ARCHIVES DE PHILOSOPHIE

VOLUME X

CAHIER III

J. DE LA VAISSIÈRE, S. J.

MÉTHODOLOGIE SCIENTIFIQUE

Méthodologie Dynamique Interne



GABRIEL BEAUCHESNE ET SES FILS
ÉDITEURS A PARIS, RUE DE RENNES, 117
MCMXXXIII

MÉTHODOLOGIE SCIENTIFIQUE

MÉTHODOLOGIE DYNAMIQUE INTERNE

INTRODUCTION

1. Définition de la méthodologie scientifique. — 2. Méthodologie dynamique interne. — 3. Portée de la méthodologie interne. — 4. Division du traité. — 5. Sources.

1. Le mot *méthode* signifie étymologiquement poursuite, effort pour atteindre une fin ; il est pris ici dans le sens de chemin parcouru pour arriver à un certain résultat[1].

L'objet de la méthodologie est l'étude de la méthode ; la *méthodologie scientifique* est donc l'étude du chemin parcouru pour obtenir la connaissance scientifique de l'univers.

Bien des remarques courantes sont faites sur l'eau : soumise à une chaleur intense, elle se vaporise, le froid la solidifie, etc. Par quelle voie passer de ces connaissances quasi-immédiates aux propriétés déterminées par la physique et la chimie, points précis d'ébullition et de congélation, chaleur spécifique, densité, composition d'oxygène et d'hydrogène, et tant d'autres? Quelle distance entre la simple constatation des effets de l'action des eaux et les formules exactes de l'hydraulique ! Établir comment on parvient des points de départ primitifs à des aboutissants aussi lointains, tel est le but de la méthodologie scientifique.

Toute connaissance est une *science,* mais il n'est ici question que du savoir positif, c'est-à-dire de l'établissement des lois de coexistence et de succession des phénomènes.

De fait la science positive comprend ce qu'on désigne actuellement par *les sciences :* physique, chimie, biologie,

1. A. Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie,* Alcan. Art. « Méthode ». La plupart des définitions seront empruntées à ce précieux ouvrage.

psychologie expérimentale, sciences exactes, etc. Sa portée sera plus exactement définie dans les chapitres qui traiteront des limites du savoir positif et de la classification des sciences (1re partie, ch. v et et vi).

2. De tout temps les savants, et en général tous les grands esprits, ne se contentaient pas de jouir des résultats scientifiques, mais se préoccupaient de la manière dont il avait fallu cheminer pour les acquérir; cependant c'est surtout depuis 1830 que la méthodologie scientifique s'est nettement déclarée comme objet d'étude, principalement grâce à l'impulsion donnée par Ampère et Auguste Comte.

Le premier[1], particulièrement épris d'unité, s'attristait de voir tant de connaissances humaines, étudiées chacune pour son compte comme si elles n'avaient pas de liens entre elles; vers la fin de sa vie il entreprit un travail gigantesque demeuré inachevé *Essai sur la philosophie des sciences ou exposé systématique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines*. Cette étude des démarches, par lesquelles l'esprit peut avancer d'une science à une autre dans toutes les directions du savoir, traçait bien les grandes lignes d'une méthodologie de vaste envergure.

Déjà d'ailleurs en 1830, Auguste Comte publiait le premier volume de son *Cours de philosophie positive* où il tentait, d'un point de vue positiviste, une systématisation de toutes les sciences. Dès la première leçon, il demande la formation d'une classe nouvelle de savants spécialisée dans la pénétration de l'esprit de chaque science, et chargée d'établir les relations entre les différentes sciences, de résumer leurs principes particuliers en quelques principes communs à toutes. C'est bien encore très nettement de la méthodologie.

Depuis lors, principalement en France, le mouvement de méthodologie scientifique a pris un essor considérable. Presque tous les grands savants ont au moins esquissé la méthodologie de leur spécialité, d'autres penseurs ont écrit de véritables traités de méthodologie scientifique générale. Un bref aperçu

1. André-Marie Ampère, mort en 1836, est incontestablement l'un des plus grands parmi les savants français, aussi éminent par les dons du cœur que par ceux de l'esprit.

des directions diverses visées par ces travaux fera mieux saisir la position de notre traité.

Les uns ont considéré la science dans son achèvement et non dans les étapes qui y conduisent; d'autres tout au contraire ont envisagé la science dans son devenir, la science qui se fait.

Donnons quelques exemples. Lorsqu' A. Comte, dans son *Cours de philosophie positive*, proclame que la seule méthode possible pour l'étude de la *psychologie*, est de prendre pour point de départ les fonctions cérébrales ou l'histoire des êtres vivants, il vise la science psychologique telle qu'elle lui semble constituée par des expériences comme celles de Gall, il part de la psychologie supposée faite.

On s'est demandé s'il fallait présenter la *chimie* d'après la méthode des équivalents ou la méthode atomique; il y a eu lutte entre l'énergétisme et l'atomisme : faut-il considérer le monde comme un immense réservoir d'énergie régi par quelques principes de forme mathématique, ou comme un discontinu d'électrons, d'ions, dont les interactions obéissent à des lois fixes, ou encore comme une combinaison des deux points de vue? On répondrait ainsi à la question : quelle est la meilleure forme de la science, celle sous laquelle elle sera mieux étudiée; c'est la méthodologie de la science faite.

Considérations intéressantes et utiles sans aucun doute; toutefois, comme l'expose un article de la « Revue philosophique » : « Ce n'est pas la méthode d'une science toute faite qu'il convient surtout d'étudier, mais la méthode de la science qui se fait; car la science demeure à l'état de perpétuel devenir. Si l'on veut savoir ce qu'est la science et ce qu'elle vaut (but philosophique) ou si l'on veut savoir comment on fait la science et comment on l'utilise (but scientifique supérieur, par opposition avec la technique machinale, avec ce qu'on peut appeler l'empirisme scientifique), il faut étudier la méthode des sciences *in vivo* »[1].

La méthodologie de la science faite ne se suffit pas d'ailleurs à elle-même; reste en effet à savoir si l'achèvement,

1. A. Lamouche, *Essai sur la méthode des sciences*, « Rev. philos. », 1929, t. II, p. 42.

proposé comme voie définitive, a été lui-même légitimement atteint. C'est ainsi par exemple que Comte se méprenait entièrement sur la portée de la doctrine des localisations cérébrales qu'il imposait comme point de départ à la psychologie.

Le présent travail ne traitera donc pas de la science faite, de telle forme acquise de savoir positif, mais du chemin à parcourir par une science pour se faire, uniquement parce qu'elle est science, quel que soit le terme spécial auquel elle doit aboutir.

Voici encore une autre direction de la méthodologie scientifique que nous ne suivrons pas malgré toute l'élévation de son but. La plus grande partie, semble-t-il, de ceux qui ont étudié l'allure de la pensée scientifique ont eu en vue sa critériologie. Y a-t-il une vérité scientifique? Quelle valeur a la science et quel degré de confiance mérite-t-elle? S'accorde-t-elle avec les grands principes de la philosophie? Ainsi plus ou moins Bacon, Stuart Mill, Kant et après eux des penseurs de toutes les écoles, positivistes, néopositivistes, criticistes, néocriticistes, à la suite de Comte, Spencer, Lachelier, Renouvier. La philosophie de la contingence de Boutroux, l'intuitionisme transcendantal de Bergson, les études de Le Roy, E. Meyerson, traitent de la légitimité de la science qui se fait, de la valeur du mode de penser scientifique; considération très importante, car il s'agit de savoir si, dans l'esprit humain, il n'y a pas une fissure laissant d'un côté la pensée vulgaire et philosophique, de l'autre la pensée scientifique. Nous abandonnons cette question à la philosophie qui examine les fondements de l'induction, la valeur du témoignage, la nécessité des lois naturelles, et nous examinerons les étapes parcourues objectivement par la science qui se fait, qu'il s'agisse de parvenir des connaissances du sauvage qui compte sur ses doigts à celles du mathématicien qui manipule les formes les plus abstraites, de la perception terrifiée de l'ignorant témoin d'une éruption volcanique ou d'un tremblement de terre aux observations sismologiques, à l'enregistrement statistique des centres de dépression.

A côté de la méthodologie de la science faite et de la critériologie scientifique, il y a lieu, avec les plus grands savants

contemporains, de rechercher les étapes objectives que la science doit parcourir et aussi les démarches subjectives par lesquelles le savant actionnera ce cheminement. Une telle étude est immanente à la science en devenir et constitue une *méthodologie dynamique interne.*

3. La connaissance d'une semblable méthode aidera naturellement le savant à diriger son action plus efficacement; de plus, bien possédée par les scientifiques, elle remédierait en partie à ce qu'on a nommé la faillite de la science et atténuerait les crises nécessaires du mouvement positif.

Peut-on parler de *faillite de la science?* « Les savants, écrit E. Picard, en majorité du moins, ne pensent guère trouver le dernier mot des choses, comme l'espérait naïvement Renan dans l'*Avenir de la science* : ils ne sont même plus très sûrs de comprendre le sens de telles expressions. Se rendant compte de la relativité de nos connaissances qui ne nous font connaître que des rapports, les générations de savants avancent au milieu de complexités toujours croissantes, dans leurs approximations successives; ils ont confiance dans leur convergence et espèrent trouver au bout de ce labeur jamais terminé une unité, déjà rêvée par les sages d'Ionie, dont la découverte sera peut-être quelque jour l'honneur de l'humanité »[1]. Certains écrivains jugent sévèrement ces condamnations prononcées bien à la légère : « Il n'est pas un esprit juste et clairvoyant qui prenne au sérieux ces proclamations et n'en reconnaisse la pauvreté. Mais ce n'est pas le cas pour la majorité plutôt médiocre des hommes; et, comme dans les sociétés actuelles leur influence est prépondérante, la science ne peut que pâtir de ces tentatives de discrédit. Si l'on n'avait pas substitué à la réalité un inaccessible idéal, on aurait épargné à la science cette querelle obstinée et malveillante, dont il est trop aisé de distinguer les fins »[2]. Non, il n'y a pas faillite de la science : une entreprise va-t-elle déposer son bilan lorsqu'elle donne des résultats toujours plus grandioses, quand on recourt toujours plus à elle pour guérir les maux, pour ouvrir des voies utiles aux communica-

1. De la science. *De la méthode dans les sciences,* Alcan, 1909. T. I, p. 30.
2. G. URBAIN, *Les disciplines d'une science. La chimie.* Doin, 1921, p. 6.

tions entre les hommes, quand elle révèle toujours de nouveaux horizons et quand, pour la faire progresser, de nobles natures n'hésitent pas à sacrifier leur vie? Il y a simplement faillite de quelques scientistes, précisément parce qu'ils ont méconnu la véritable science. Les prétentions démesurées de certains ont pour origine presque exclusive la méconnaissance de la méthodologie scientifique; on a voulu enfermer dans le domaine du savoir positif tout l'ensemble des connaissances humaines, morale, religion, éducation. Le chapitre V du présent traité montrera que la science elle-même s'impose des limites infranchissables. Si l'on veut y regarder de près, les prétendues assertions scientifiques par lesquelles la morale, la religion positive, l'éducation traditionnelle sont mises en cause, reposent sur des fautes manifestes de méthodologie; la science n'est aucunement à incriminer, mais le mauvais usage qu'on en fait.

Sans parler de faillite, la science ne traverserait-elle pas une crise? L'organisme humain dans son développement passe nécessairement par certaines crises de croissance, les progrès de la science n'auraient-ils pas une influence du même genre? Le président de l'Association pour l'avancement des sciences, M. de Broglie, n'hésite pas à le déclarer très nettement au Congrès tenu à Nancy en 1932[1]. Deux facteurs sont particulièrement signalés comme sources de ce malaise; la connaissance de la méthodologie scientifique ne supprimerait pas la crise, qui est nécessaire, mais elle en atténuerait notablement les effets pernicieux.

Un premier facteur du malaise scientifique actuel est dû à 'extraordinaire rapidité du progrès; le rythme de la marche en avant s'accélère à tel point qu'il devient presqu'impossible de bien suivre l'évolution même d'une science particulière. Ceux qui, il y a 20 ans, étaient les maîtres de telle spécialité essaient parfois en vain de s'assimiler ses nouvelles acquisitions[2]. Par là aussi la prise de contact des nouveaux points de vue avec la réalité est facilement perdue. Ce monde matériel que nous voyons et entendons, que nous sentons vibrer a-

1. M. De Broglie, *L'œuvre de la physique moderne.* « Rev. générale des sciences », février 1932.
2. *Loc. cit.*, p. 75-76.

t-il bien quelque chose de commun avec ces schèmes faits d'électrons, d'ions, de protons s'influençant mutuellement dans un espace obéissant aux lois de la relativité? Ces questions ne se posent même pas pour qui voit la science, non à son point d'arrivée, mais dans le processus de son devenir selon le chemin jalonné par la méthodologie. Pour lui il n'y a aucunement pierre de scandale, mais occasion d'admirer la merveilleuse souplesse, la puissance d'extension de l'esprit qui, lors même qu'il semble toucher le définitif, s'efforce bien vite de chercher plus grand et plus compréhensif.

Un second écueil du progrès scientifique serait de conduire à des spécialisations outrancières susceptibles de renfermer en lui-même l'esprit du savant en l'isolant de ceux qui ne travaillent pas exactement sur le même terrain. Comme on ne saurait suffire à plusieurs sciences, on se limite à une seule; l'intelligence devient comme un appartement réservé où rien ne peut avoir accès que marqué d'un point de vue très restreint; qui parle d'autre chose est un étranger. Combien tout cela rend difficile l'unité entre les savants de différentes parties et même entre les connaissances du même individu! G. Urbain a vigoureusement exposé quelques-uns des inconvénients d'une semblable attitude : « La science occidentale est, par ailleurs, devenue quelque peu chinoise, c'est-à-dire très difficilement accessible, depuis qu'on l'a dépecée en petites spécialités. Le spécialiste travaille au fond d'un puits, il ne voit du ciel qu'un petit rond. Les menus détails de sa spécialité l'absorbent au point qu'il les croit les plus importants du monde... Depuis qu'il est devenu impossible à un savant de se tenir au courant des questions qu'il n'étudie pas personnellement dans son laboratoire, la plupart des chercheurs embrouillent un peu plus chaque jour celles qu'ils devraient contribuer à éclaircir »[1]. Ces exclusivismes sont bien loin de la pensée des grands maîtres de la pensée scientifique; il suffit par exemple de se reporter au discours de réception de Claude Bernard à l'Académie française[2]. La comparaison du grand chimiste W. Ostwald est à retenir : notre savoir individuel est un fragment de l'ensemble des

1. *Loc. cit.*, pp. 30-31.
2. 27 mai 1869.

connaissances humaines; or celles-ci constituent un réseau dont tous les fils se commandent et c'est par ce réseau que communiquent tous les grands esprits de l'univers.

Le savant spécialiste trouvera dans la méthodologie générale, telle que nous l'avons exposée, un remède très efficace contre l'exclusivisme. En se rendant compte que les étapes objectives sont communes à toutes les branches du savoir indistinctement, que les démarches subjectives sont en somme les mêmes dans toute recherche scientifique, il prendra conscience de ce qu'est l'âme d'un savant. A ses propres yeux, il pourra encore être un mathématicien, un chimiste ou un minéralogiste, mais plus au fond, il sera simplement un savant, frère de tous les autres savants dans sa mentalité scientifique, capable de comprendre tout au moins la marche de leurs travaux, à même par suite de s'intéresser à leur développement, quand bien même l'activité d'autrui s'exercerait dans une portion du domaine positif très différente de celle à laquelle il consacre ses efforts personnels.

4. Une méthodologie qui étudie dans son immanence le cheminement scientifique se divise naturellement en deux parties :

Étapes objectives du cheminement ;

Démarches subjectives de l'esprit, agent de ce cheminement.

La première partie sera divisée en six chapitres jalonnant la marche scientifique :

Les faits — Les lois, les principes, les normes cosmiques — Les théories — L'établissement des sciences particulières — Les limites du domaine positif — La classification des sciences.

Pour aborder l'étude des démarches scientifiques de l'esprit, nous chercherons dans un premier chapitre quelle *méthode* peut être suivie, puis un second chapitre établira quelles sont en général les *démarches de l'esprit dans un travail suivi* de quelque nature qu'il soit. Les quatre derniers chapitres traiteront de la *formation de l'esprit du savant*, de l'*influence des connaissances sensibles* dans le travail scientifique, de l'*activité exercée par l'esprit dans le choix des faits et la perception des données*, de l'*invention de l'hypothèse.*

5. *Les sources.*

En premier lieu d'une part les enseignements de la philosophie et de la psychologie expérimentale sur le dynamisme des connaissances humaines et d'autre part les histoires des sciences et les biographies des grands savants, principalement des inventeurs; bien souvent la meilleure exposition serait de les citer.

Deux ouvrages sont restés classiques : *Introduction à la médecine expérimentale* de Claude Bernard (1865) et *Logique de l'hypothèse* d'E. Naville (1880). Bergson a dit du premier qu'il était le discours de la méthode du XIXe siècle[1], Lalande juge que le second : « a grandement contribué à établir l'état de la question et à en constituer les cadres »[2].

Nombre de savants ont écrit récemment sur la méthodologie dynamique interne, soit dans les introductions à leurs œuvres scientifiques, soit dans des traités spéciaux : H. Poincaré, E. Borel, E. Picard, J. Tannery, W. Ostwald, H. Driesch, L. Berthelot, C. Richet, G. Urbain, etc. Plusieurs de leurs ouvrages sont signalés à la fin du traité dans des indications bibliographiques.

On consultera avec fruit plusieurs de ceux qui ont envisagé la méthodologie sous un autre aspect : E. Boutroux, A. Lalande, E. Le Roy[3], A. Gemelli, P. Duhem, etc. Le livre récent d'E. Meyerson, *Du cheminement de la pensée,* présente une documentation précise et très informée[4].

Le *Vocabulaire technique et critique de la philosophie* rend des services signalés en précisant l'acception des différentes notions actuellement reçue[5]; son rédacteur A. Lalande est un spécialiste en méthodologie scientifique.

1. Discours prononcé au collège de France à l'occasion du centenaire de la naissance de C. Bernard en 1913.
2. *Les théories de l'induction et de l'expérimentation*, Boivin, 1929.
3. En particulier le tome II de son livre *La pensée intuitive* est consacré tout entier à « l'invention et la vérification ». Boivin, 1929.
4. 3 vol. Alcan, 1932.
5. 2 vol. avec suppl. Alcan.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTAPES OBJECTIVES

CHAPITRE PREMIER

LE POINT DE DÉPART. LES FAITS.

6. Toute science positive part de l'observation des faits. — 7. Toute observation des faits exerce une activité par un choix. — 8. L'observation du fait brut devient scientifique par l'introduction de l'hypothèse heuristique. — 9. La vérification de l'hypothèse achève le passage à l'état scientifique. — 10. Le fait scientifique doit être exprimé en termes accordés avec l'ensemble du langage scientifique.

6. Il est universellement reconnu que le point de départ de toute science positive est l'observation des faits.

A la « Société française de philosophie », le sens du mot *fait* a donné lieu à un échange de vues très animé entre Lachelier, Brunschvicg, Pécaut et d'autres. Voici le sens auquel on s'est arrêté : « Le fait est ce qui arrive en tant qu'on le tient pour une donnée réelle de l'expérience sur laquelle la pensée peut faire fond ». Nous le prendrons dans ce sens strict, en tant qu'il se distingue de l'événement, d'un phénomène, d'une chose.

Toujours en adoptant les définitions du *Vocabulaire technique* de philosophie, l'*événement* est le fait qui arrive en tel lieu et tel temps déterminé, par exemple le discours de tel homme politique à telle séance de la Société des nations. Le *phénomène* n'est qu'un élément de la donnée expérimentale, une qualité qui affecte ou semble affecter le fait, par exemple la beauté d'un coucher de soleil, un mirage. La *chose* est une réalité statique à laquelle le fait ajoute un élément dynamique; celui-ci est la chose se faisant, se transformant. Ainsi une sauterelle est une chose et non un fait, un vol de sauterelles est un fait, l'opacité de l'essaim de sauterelles est un phénomène, telle pluie de sauterelles qui ravage une région à telle époque est un événement. La chose seule n'est pas un point

de départ pour la pensée scientifique : la science n'a cure d'une pomme à laquelle rien n'arrive, au contraire elle étudiera la chute d'une pomme.

Ne peut-on mettre en doute cette assertion que toute science positive a son point de départ dans les faits? Si l'on parcourt les articles écrits dans le livre *De la méthode dans les sciences* par des savants éminents dans les différentes branches du savoir positif, il est frappant de constater combien ils se complaisent à montrer que leurs disciplines respectives prennent racine dans l'observation. Sans doute l'histoire, l'archéologie, la préhistoire ne semblent pas s'appuyer directement sur les faits observés. Mais comme ces branches du savoir s'appuient sur des témoignages écrits ou oraux, qui sont en définitive fondés directement ou indirectement sur le témoignage des sens, elles ne font pas exception à cette loi fondamentale; d'ailleurs, comme il sera dit au chapitre V n° 27, ces sciences occupent une place à part dans le domaine positif.

Cependant voici tout un groupe de sciences qui, au premier abord du moins, semble s'établir indépendamment des faits : les sciences dites exactes, science des nombres, géométrie, ne se construisent-elles pas déductivement sur des notions formées par l'intelligence? La plupart cependant avec A. Comte leur donnent une place et même la première, parmi les doctrines positives. Y a-t-il un fait à observer pour prouver que 2 et 3 font 5? Si je connais la définition générale du nombre formé en ajoutant l'unité au précédent à partir de un et celle de la somme de deux nombres, je sais que la somme de 2 et de 3 sera obtenue en ajoutant successivement à 2 autant d'unités qu'il y en a dans 3; j'aurai donc $2 + 1 = 3$, $3 + 1 = 4$, $4 + 1 = 5$ sans recourir à l'observation. De même pour démontrer que la somme des angles du triange ABC est égale à deux droits, en menant par le point C une parallèle au côté AB, j'ai autour du point C trois angles égaux à ceux du triangle et leur somme se démontre immédiatement égale à deux droits.

Pour ce qui est de la géométrie, on se rend facilement compte qu'elle est issue de l'observation, du moins la géométrie strictement dite qui est la géométrie euclidienne; les métagéométries supposent toujours plus ou moins dans leur genèse la géométrie commune. Or celle-ci a un point de départ qui a

été déterminé avec le plus grand soin par Euclide et qui manifestement emprunte des intuitions à l'observation. Dans un article remarquable, *La philosophie de la règle et du compas* Renouvier s'efforce de montrer que le début euclidien est nécessaire et que l'esprit humain ne saurait concevoir autrement les lois spatiales; il ne prouve cependant pas l'absence d'une intervention expérimentale[1]. Par exemple on définit la ligne droite : le plus court chemin d'un point à un autre. Comme tout ce que l'esprit élabore, cette notion a son origine dans les données fournies par les sens et là n'est pas la difficulté. Mais prenons les deux definitions attribuées à Platon; elles mettent bien en lumière l'apport sensoriel : l'une est d'origine visuelle « La droite est une ligne dont les points sont couverts ou ombragés les uns par les autres », ou encore « La droite est une ligne dont le milieu est entre les deux extrémités »; l'autre est tirée du mouvement de la main « La droite est la ligne de moindre effort entre deux points, le plus court chemin ». Il est bien manifeste que l'observation seule a pu établir la concordance entre ces deux définitions[2]. On ferait des remarques du même genre pour ce qu'on appelle les postulats d'Euclide : deux droites n'enferment pas un espace et les autres.

Pour la science des nombres, il en est de même, toute proportion gardée. P. Boutroux, professeur au collège de France, l'enseigne ex professo : « Contrairement à l'opinion vulgaire, le chiffre n'est pas le fait du mathématicien et ce n'est pas lui qui au début en fut l'inventeur. Les premiers calculateurs étaient des praticiens, des arpenteurs et des ingénieurs »[3]. Et c'est bien ce qu'établissent l'ethnographie et l'archéologie[4]. On peut objecter que l'enfant semble former peu à peu par lui-même les notions des nombres successifs et que d'ailleurs saint Thomas d'Aquin a nettement exposé comment des notions d'être, de multitude, de un, on tirait les notions de tous les nombres[5]. Sans doute, au point de vue purement spéculatif,

1. *Annee philosophique*, 1891.

2. Cf. L. Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique*, Alcan, 1912, pp. 503 sq. — H. Poincaré, *Science et méthode*. Flammarion, 1909, p. 121.

3. *Mathématiques*. Paris, 1922.

4. L. Freund, *Histoire des mathématiques*. Tr. franç., 1905, p. 1.

5. *Somme théologique*, Ia P., q. XI, a. 2.

ces démarches initiales ne sont pas impossibles et même, toujours théoriquement, on ne voit pas l'impossibilité absolue de construire ainsi de proche en proche toutes les complications de la science des nombres jusqu'aux plus lointaines déductions. Mais pratiquement de fait, les premières règles du calcul des nombres entiers et des nombres fractionnaires ont été généralisées peu à peu de faits d'observation.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs de cette question de genèse initiale, le devenir des sciences exactes est soumis aux mêmes lois méthodologiques que celui des sciences strictement expérimentales. Les données du problème mathématique ou géométrique tiennent la place des faits du monde extérieur. De la perception il faudra passer à l'invention et à la vérification de l'hypothèse pour atteindre la relation positive nouvelle. Les connaissances sensibles et l'activité intellectuelle auront dans les deux cas à mettre en jeu les mêmes ressorts.

Mêmes étapes objectives, mêmes démarches subjectives : il n'y a pour tout le domaine des sciences qu' *une seule méthodologie* dynamique interne.

7. L'observation, même commune, d'un fait n'est jamais passive : elle *implique une activité de l'esprit*. On l'a justement remarqué : le fait n'est pas donné tout fait comme les vêtements dans un magasin de confections. S'il existe dans l'ensemble du donné, il n'en est pas la totalité : il faut l'en détacher. Parmi les différents aspects de la réalité, certains s'accorderont avec ce que j'ai dans l'esprit, avec ce qui actuellement m'intéresse soit intentionnellement, soit spontanément, et ceux-là seuls seront perçus consciemment. Actuellement je suis en présence de multiples données, couleurs, sons, impressions cénesthésiques, images provenant de la vie psychologique passée. De tout cela se détache un fait : les phrases que je suis en train de composer et d'écrire ; le reste compte peu, en grande partie n'est même pas aperçu. C'est une attention élective spontanée ou volontaire qui opère ce triage ; Naville le fait remarquer : « L'observation ne va pas comme l'expérimentation à modifier le cours des choses. Dans l'observation, l'esprit ne crée pas, il constate. Il est passif quant à l'objet de sa pensée, mais il déploie son activité pour le percevoir... Pour observer, il ne suffit pas de

voir, il faut regarder, il ne suffit pas d'entendre, il faut écouter »[1].

E. Meyerson précise davantage : « Tout observateur ou expérimentateur est donc, qu'il le veuille ou non, amené à opérer un choix, à déclarer d'avance indifférentes au point de vue qui l'intéresse une foule de conditions particulières qu'il a perçues »[2]. L'observateur *opère donc un choix* et, suivant la manière dont est fait le choix, l'observation sera scientifique ou simplement vulgaire. Passer en effet d'une observation quelconque à l'affirmation d'une loi n'est nullement faire œuvre de science. Que de faits, télépathiques ou autres, sont ainsi lancés tout de go dans des discussions! Ils peuvent sans doute avoir leur intérêt, un grand intérêt même; mais qu'ils ne revendiquent pas une autorité scientifique sous prétexte qu'ils sont des faits avant d'avoir franchi les étapes nécessaires.

Sans doute il est assez malaisé de tracer une limite absolument précise, telle que l'observation ne soit que vulgaire si elle reste en deçà et devienne scientifique si elle la dépasse. Le monde du sens commun n'est pas en discontinuité avec celui de la science. Pour citer encore Meyerson : « Le sens commun dans son ensemble n'est qu'une première ébauche de théorie scientifique et philosophique, d'élaboration entièrement inconsciente mais confectionnée selon des procédés très analogues à ceux que suit la pensée consciente aussi bien en science qu'en philosophie »[3]. Le fait doit cependant franchir l'étape suivante pour entrer dans le cheminement scientifique; le choix qui préside à son observation doit être opéré *en vue* d'une *hypothèse*.

8. Qu'entendre ici par *hypothèse?*

Ce mot dans le domaine scientifique a trois sens principaux : Énoncé des données qui sont le point de départ de la démonstration. Si ma démonstration se rapporte à un triangle ABC rectangle en A, je dirai : AB est perpendiculaire sur AC par hypothèse.

L'hypothèse se dit encore d'une coordination opérée entre les faits après leur découverte, par exemple l'hypothèse atomique

1. *Logique de l'hypothèse*, p. 56.
2. *Du cheminement de la pensée*, ch. 6, n° 26.
3. *Loc. cit.*, p. 356.

ou celle d'un éther lumineux soumis à des vibrations et des ondulations : on dira mieux en ce sens « théorie ». Ainsi comprise l'hypothèse ne précède pas les faits scientifiques, en rigueur elle ne les accompagne même pas, elle les suit.

L'hypothèse dont il est question précède les faits élaborés en vertu de sa découverte, elle est heuristique, « l'interprétation anticipée des phénomènes de la nature »[1]. C'était le sens adopté par A. Comte que le *Vocabulaire technique* de philosophie développe ainsi : L'hypothèse est une conjecture douteuse, mais vraisemblable, par laquelle l'imagination anticipe sur la connaissance et qui est destinée à être ultérieurement vérifiée, soit par une observation directe, soit par l'accord de toutes les conséquences avec l'observation[2]. Donnons un exemple.

Vers 1780, le grand astronome W. Herschell vit dans la constellation des Gémeaux un astre qu'il ne connaissait pas; d'autres déjà avaient constaté cette présence sans aller plus avant, ils étaient demeurés au stade du fait brut. Herschell ne s'en tint pas à cette simple constatation et commença à cheminer scientifiquement en introduisant une hypothèse : ne serait-on pas en présence d'une étoile fixe? Mais non, la nature de la lumière, le grossissement au télescope firent écarter cette supposition. Serait-ce une comète? Pas davantage. Alors nouvelle hypothèse, celle d'une planète se mouvant sur une orbite à peu près circulaire; il y a concordance entre toutes les observations s'appuyant sur cette base et la planète Uranus est trouvée. On voit dans cette suite d'observations celle du fait brut, inféconde, non scientifique, puis deux autres dirigées par des hypothèses fausses et enfin une troisième dirigée par une hypothèse qui put être vérifiée. Ces trois dernières observations faites en vertu d'hypothèses conjecturales étaient scientifiques et ont donné des résultats scientifiques positifs ou négatifs.

Il arrive trop souvent que des faits prétendant apporter une contribution à la science sont absolument dépourvus de cette condition essentielle et n'ont aucunement été observés en vertu d'une hypothèse. Vaschide cite un exemple frappant. Vers l'heure où un médecin devait traverser un torrent dangereux, sa femme restée au logis s'écria soudain : Mon mari se noie.

1. *Introduction à la médecine expérimentale,* Ire p. ch. II.
2. Art. *Hypothèse.*

C'est ce qui était arrivé : exemple merveilleux de fait télépathique! Distinguons bien : fait à propos duquel on peut parler de télépathie, soit; fait scientifique observé en vue d'une hypothèse, nullement. Vaschide, psychologue de profession, examina le fait en partant de cette supposition : la dame en question n'avait-elle pas un motif de poser cette affirmation? Il interroge et constate que la même exclamation était poussée toutes les fois que le docteur avait à passer ce torrent pour aller visiter ses malades. Il n'y a plus de télépathie [1].

Naville se pose à lui-même une objection : « N'y a-t-il pas des cas où l'on atteint une vérité scientifique sans aucun élément d'hypothèse? Par exemple, il existe une périodicité dans l'apparition des taches du soleil; il existe aussi une périodicité dans le magnétisme terrestre. Quelques astronomes ont remarqué spontanément et simultanément la concordance de ces deux périodicités. Voilà une vérité scientifique qui peut avoir une grande importance; elle est établie sans qu'aucune supposition soit intervenue ». Pour avoir été constatés par des savants à l'aide d'instruments, les faits cités ne dépassent pas le stade de l'observation du fait brut : « La concordance des périodes des taches du soleil et de celles du magnétisme terrestre est-elle une simple concordance fortuite? Y a-t-il entre ces deux éléments un lien de cause à effet, ou le double effet simultané de causes communes? Quelle est la nature de ce lien? Telles sont les questions qui se posent et s'imposent à l'esprit du savant. Or, la question une fois posée, il est impossible de la résoudre sans qu'il intervienne une supposition à vérifier » [2].

9. L'observation scientifique est donc comme informée d'une hypothèse sur le fait; reste à vérifier cette hypothèse.

La *vérification* peut signifier l'ensemble des opérations par lesquelles une hypothèse est mise à l'épreuve, ou bien l'heureux résultat de ces opérations. Ici et dans le cours du traité, « vérification » sera employé au premier sens; le succès se nommera preuve de l'hypothèse.

La vérification donnera lieu à des observations nouvelles, observations en général provoquées ou expérimentations. Mais

1. VASCHIDE, *Les hallucinations télépathiques*. Bloud, 1909, p. 39-43.
2. *Logique de l'hypothèse*, p. 212.

parfois la vérification ne sera guère que la traduction de l'hypothèse. Ainsi de deux morceaux d'ambre jaune je remarque que l'un attire les corps légers, l'autre non. Je fais l'hypothèse : le premier a ce pouvoir d'attraction parce qu'il a été frotté. Une vérification est par là même suggérée : je frotte celui qui n'attirait pas les corps légers et je constate que maintenant il les attire. Remarquons toutefois que le fait scientifique n'est pas encore solidement établi, car le premier morceau pouvait exercer une attraction pour une autre cause.

Pour bien des raisons la vérification peut ne pas aboutir :

L'hypothèse était fausse. Priestley trouva au cours de ses expériences un gaz qui en réalité était de l'oxygène. Voulant savoir ce qu'il était, il fit des hypothèses, toutes fausses, il parvint à cette conclusion que le gaz était de l'acide carbonique. Et pourtant quelle différence entre les propriétés caractéristiques de ce corps et celles de l'oxygène!

L'hypothèse, tout en étant exacte, peut ne l'être que partiellement et par suite la porte est ouverte à un raisonnement défectueux. C'est ce qui arrive dans beaucoup de cas cités comme merveilleux. Pour en citer un bien connu, une servante parle hébreu dans un accès de fièvre chaude. Comment peut-elle parler une langue qu'elle n'a pas apprise? Ne doit-on pas recourir à la télepathie ou à une intervention diabolique? Il y a une autre explication : sans savoir l'hébreu, elle pourrait automatiquement répéter des phrases possédées par sa mémoire. Il en était bien ainsi : elle avait été au service d'un rabbin qui avait l'habitude de réciter des phrases de la Bible dans un corridor longeant sa cuisine; la servante les avait entendues et retenues sans même s'en douter; l'accès de fièvre chaude permettait la manifestation de cette connaissance enfouie dans l'inconscient. Pour les cas apportés comme miraculeux on ne peut raisonnablement les rejeter de parti pris, il peut y avoir des miracles, mais assurément on ne doit pas admettre le miracle avant d'avoir épuisé toutes les explications naturelles possibles; tel est bien d'ailleurs l'esprit de l'Église catholique[1].

Enfin la vérification d'une hypothèse très juste peut ne pas

1. Cf. toutes les exigences de contrôle imposées par le concile des évêques de Bavière en 1932 au sujet des faits extraordinaires de Konnersreuth. (Cf. « La Croix », 21 oct. 1932).

réussir parce qu'elle a été mal conduite. La vérification oblige le plus souvent à faire de nouvelles observations, des expériences, au cours desquelles il faudra de nouveau introduire des hypothèses qui peuvent être ou fausses ou incomplètes. Lavoisier soupçonnait qu'il y avait dans l'air un gaz se combinant avec les métaux. Hypothèse juste, nous savons que c'est l'oxygène. Il entreprit un assez grand nombre d'expériences, mais elles échouèrent parce qu'elles étaient toutes inspirées par la théorie fausse du phlogistique qui supposait qu'un corps en brûlant perd de son poids. Lavoisier avait trop d'intelligence scientifique pour compter d'une manière absolue sur l'exactitude des théories. Il persévéra dans ses recherches : en répétant les expériences de Priestley, il trouva l'oxygène et du même coup mit en évidence la fausseté du phlogistique.

C'est en cheminant d'hypothèse en hypothèse que le savant fait parvenir les faits bruts à l'état de faits scientifiques et constitue ainsi la science. Comment élaborer ces hypothèses pour qu'elles soient solides et fécondes? La solution de cette question se rapporte à l'étude des démarches subjectives de l'esprit du savant. C'est en cela par dessus tout que se manifeste vraiment l'esprit scientifique. Un professeur de mathématiques estimera qu'un de ses élèves a de l'aptitude pour les sciences parce que celui-ci, à propos des problèmes à résoudre, imaginera des hypothèses conduisant à des solutions. Nous le montrerons : le savant de génie est celui qui de l'observation des faits sait tirer des hypothèses grandes, belles et fécondes.

10. Une fois la preuve de l'hypothèse acquise, le fait devient une partie de la science; mais avant d'avoir sous ce rapport sa perfection achevée, il doit être défini d'une manière précise.

Définition du fait veut dire ici un ensemble de caractéristiques qui le fassent connaître dans sa totalité et permettent de le distinguer de tout autre.

Il est difficile de bien définir un fait scientifique, en raison des multiples conditions qui doivent être remplies.

La définition doit d'abord nettement séparer le fait scientifique établi des faits bruts de la connaissance vulgaire; il s'agit de science, de données sur lesquelles on puisse s'ap-

puyer avec certitude et précision; les mots doivent donc avoir un sens net et invariable. Supposons ce fait établi : la chaleur, en se dégradant, est libératrice d'énergie; évidemment il faut que les mots « libératrice, énergie » soient précisés en dehors du sens vulgaire si particulièrement vague. « Libérer de l'énergie » sera la faire passer de l'état potentiel à l'état actuel; une définition scientifique d'énergie ne sera pas de dire qu'elle est une puissance d'action, mais bien l'aptitude d'un corps à produire du travail, et le « travail » sera le produit de l'intensité d'une force par la projection sur la direction de cette force du chemin parcouru par son point d'application. Comme d'ailleurs les mots force, intensité, point d'application, ont tous une signification scientifique déterminée, le fait « la chaleur qui se dégrade est libératrice d'énergie » sera lui-même défini d'une manière qui empêchera toute confusion avec les simples constatations de l'observation vulgaire. Comme le dit H. Poincaré : « (Pour énoncer les lois scientifiques) il faut une langue spéciale; le langage ordinaire est trop pauvre, il est d'ailleurs trop vague pour exprimer des rapports si délicats, si riches et si précis »[1]. Combien cette condition est difficile à réaliser dans une science comme la psychologie expérimentale trop jeune pour avoir eu le temps d'élaborer son vocabulaire et qui évolue parmi des faits de l'observation courante[2]!

Autant que possible le fait scientifique doit s'exprimer en fonction de notions usitées dans la branche à laquelle il se rapporte. H. Poincaré considérait la définition scientifique comme une œuvre de classification; il faut ramener de l'inconnu au connu dans la science spéciale dont il s'agit, classer le fait parmi les parties acquises de cette même science.

Enfin certains savants insistent avec raison sur la nécessité d'exprimer le fait d'une manière *impersonnelle :* « La science, dit Le Dantec, est un magasin de documents impersonnels où tous les êtres humains doivent pouvoir puiser »[3]. Elle est une narration de l'expérience de l'humanité, non de celle d'un individu particulier. Pour faire et vérifier l'hypothèse, tel

1. *Valeur de la science*, Flammarion, 1905, p. 141.
2. A. Lalande, *Le langage psychologique* (dans G. Dumas, *Nouveau traité de psychologie*, Alcan, t. I, p. 414).
3. Le Dantec, *De l'homme à la science*, Flammarion, 1917, p. 44.

savant a pu passer par bien des manières de voir, d'imaginer, qui ne manquent pas d'intérêt au point de vue historique ou psychologique, mais ont avantage à s'effacer lorsqu'il s'agit de cataloguer le fait parmi ceux de la science dont il doit désormais être une partie : « Tandis que le donné primordial n'était guère qu'une impression, un sentiment individuel, l'œuvre d'art qu'y substitue l'esprit scientifique est un objet défini et existant pour tous, une pierre utilisable pour l'édifice de la science impersonnelle »[1]. A en croire G Urbain, ce desideratum de la science serait bien rarement réalisé : « Je ne connais pas, dit-il, un seul mémoire original de physique ou de chimie qui, d'un point de vue purement positif, ne prête à quelque critique. Chaque auteur a une tendance à exagérer la valeur de la méthode dont il a fait usage, surtout si elle lui paraît quelque peu originale. Le rôle des didactes est d'éliminer le côté personnel de la présentation des résultats »[2].

Dès cette première étape, l'observation des faits, la science a déjà poussé sa marche très loin des données et des expressions de la connaissance vulgaire. Ce n'est que le début de son long cheminement.

1 E. Boutroux, *Science et religion*, Flammarion, 1908, p. 349.

2. *Méthodes des sciences physiques et sociologie.* « Journal de psychologie », 1920, p. 482.

CHAPITRE III

LES LOIS. LES PRINCIPES. LES NORMES COSMIQUES.

11. Les lois positives. — 12. Les principes. — 13. Les normes cosmiques. — 14. Etablissement d'une loi positive particulière.

11. La *loi positive* est une formule générale en une matière, telle que l'on puisse en déduire d'avance les faits d'un certain ordre, ou plus exactement ce que seraient les faits s'ils se produisaient à l'état d'isolement[1].

En rigueur l'établissement de tout fait scientifique conduit à une loi. Néanmoins on réservera en général le nom de loi aux propositions énonçamt des relations précises et d'une portée générale. Il n'y a pas lieu de chercher une démarcation nette; quelques exemples indiqueront le sens de ces restrictions « L'ambre jaune attire les corps légers » sera appelé fait scientifique et non loi, à cause d'un déficit de précision et de généralité. Voici par exemple la réfraction : un aviron plongé dans l'eau semble brisé au point où il traverse la surface : c'est le fait brut. Je distingue l'angle d'incidence et l'angle de réfraction du rayon lumineux et me demande si ces angles ne varieraient pas dans le même sens (hypothèse conjecturale qui se vérifie). Me voici en possession d'un fait scientifique; il n'a pas encore assez de précision et de généralité pour que l'on parle de loi. Mais à l'aide d'hypothèses successives toutes vérifiées, j'établis que le sinus de l'angle d'incidence est dans un rapport constant avec le sinus de l'angle de réfraction, quels que soient les milieux traversés; cette proposition remplit toutes les exigences de précision et de généralité; on parlera de la loi de réfraction de la lumière.

Et l'usage est semblable dans tous les ordres de sciences. Je constate que, mis en présence d'un aliment approprié à son espèce, l'animal se déplace pour le prendre et le manger, qu'il

1. *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. Cf. E. Boutroux, *Science et religion*, p. 349-350.

salive; voilà des faits qui tout au plus seront dits scientifiques; mais l'aliment mis en contact avec les papilles du goût détermine un écoulement de salive tel que celle-ci est déterminée qualitativement et quantitativement, je dirai qu'il s'agit de la loi de salivation de Pavlov.

De même encore en psychologie collective. Sous l'influence d'un incident, une foule se forme dans la rue pour incendier l'usine ou piller une boulangerie; on constate qu'elle n'est guère accessible à la logique du raisonnement d'un orateur : fait brut qui sera facilement élaboré en fait scientifique sans revêtir encore une grande précision. Mais en examinant avec soin les caractères collectifs de cette foule, son intelligence, sa sensibilité, sa volonté, sa motricité, je montre qu'ils sont les mêmes que ceux de la personnalité hystérique, cette proposition a en psychologie un sens précis et une grande portée générale, elle sera une loi de psychologie collective.

12. — Au-dessus des lois, la science positive place des *principes*. Ils n'expriment pas directement comme les faits et les lois des résultats expérimentaux, on les a obtenus en prenant ce qu'il y a de commun dans un grand nombre de lois et en posant cette quintessence d'expériences, qui ne tient pas compte des circonstances, comme valable sans restrictions: par une gigantesque extrapolation, ils sont supposés devoir être toujours vérifiés, être pour toute loi future une règle à laquelle elle devra se conformer. Le principe se pose dans sa généralité absolue, sous ce rapport il ne se démontre pas; on peut dire néanmoins qu'il prend une autorité toujours plus grande à mesure que son application à un grand nombre de cas est vérifiée et féconde[1].

Citons les grands principes qui ont réglé dans le passé la mécanique physique.

Les principes du mouvement[2] donnés par Newton :

« Tout corps abandonné à lui-même conserve son état de repos ou un mouvement rectiligne uniforme ».

1. Cf. H. Poincaré, *Valeur de la science*, Ch. VIII et IX. H. Bouasse, *Physique générale. De la méthode dans les sciences*, t. I, pp. 93-101.
2. *Principia mathematica philosophiae naturalis*. Axiomata sive leges motus. 1760. T. 1.

« Tout changement de mouvement se fait dans la direction de la force motrice et proportionnellement à cette orce ».

« A toute action correspond une réaction égale, de direction opposée ».

Ce sont encore les principes de la conservation et de la dégradation de l'énergie, la loi de Lavoisier ou de la conservation de la masse dans les mutations chimiques; beaucoup d'autres propositions énoncées comme des lois, par exemple celle de la gravitation universelle, sont en réalité, plutôt des principes.

Cette distinction entre lois et principes est à aire dans tous les ordres de sciences positives. Sans doute par exemple, c'est après de nombreuses expériences sur les animaux et les hommes, sur les normaux et les anormaux, qu'est posée cette proposition : « Toute connaissance sensible est motrice »; elle ne peut cependant avoir cette absolue généralité que par extrapolation et par suite est un principe, non une loi. Il en est de même pour bien des propositions de la psychologie expérimentale; il y a très souvent extrapolation en raison de la variabilité des circonstances du psychisme humain qui est en perpétuel devenir. Que des considérations philosophiques permettent de tenir le principe pour vérité certaine, c'est une question distincte qui est en dehors de la science positive.

La position de principes a pour but de résumer en quelques propositions toute la nature de l'objet matériel d'une science de manière qu'il soit possible de déduire les autres propriétés un peu comme pour les sciences exactes dans lesquelles des définitions des nombres entiers, fractionnaires et de la somme de deux nombres, ainsi que de quelques axiomes et postulats sur l'espace et les lignes droites, on établit par déduction syllogistique le reste de la mathématique et de la géométrie.

Les principes rendent ainsi de très grands services. Devant la complexité de certains phénomènes, surtout lorsqu'ils intéressent tout l'ensemble de l'univers, la position du savant est, selon une comparaison de Poincaré, celle de quelqu'un qui, en présence d'une machine compliquée, sait seulement la mettre en action. Qu'en sortira-t-il? il sera très embarrassé pour le dire puiqu'il ne connaît pas les rouages intérieurs, à moins qu'il ne sache d'une manière ou d'une autre que ces rouages joueront toujours de manière à réaliser tel mode d'activité.

Le principe s'appliquera toujours aux lois d'où il a été tiré; mais ne peut-il être en défaut dans le champ de son extrapolation? Sans aucun doute, lorsqu'il s'agit de circonstances très éloignées des lois d'où le principe a été extrait. En fait parmi les principes de mécanique énoncés plus haut, il n'en est pas un qui n'ait été contesté, même celui de la conservation de la masse dans le cas de vitesses voisines de celle de la lumière[1].

La science n'est pas en cause pour cela; il faudrait tout au plus modifier les principes en les élargissant, ou en admettre d'autres valables pour ces cas exceptionnels : « Une intelligence, de même nature encore que la nôtre, mais de portée beaucoup plus grande sera capable de faire la synthèse et de réunir dans une formule unique parfaitement cohérente les deux formules fragmentaires et approchées »[2]. La science est restée immuable, ce sont ses adeptes qui ont manqué d'envergure ou ont été mal informés.

13. Le savant ne saurait donner aux lois leur nécessité, leur universalité, leur précision, sans admettre ou du moins faire comme s'il admettait certaines *normes cosmiques* auxquelles doivent se conformer tous les faits de l'univers. Elles ne sont pas tirées de l'expérience, mais sont au contraire les conditions préalables de toute expérience, donc nettement distinctes des lois expérimentales et des principes. Avant de faire la science, disait Cl. Bernard, il faut croire à la science; or cette croyance existe parce qu'on admet ces normes générales : c'est ce que proclamait Kant dans un sens criticiste : « Il faut bien distinguer dans la science les lois empiriques qui supposent toujours des perceptions particulières des lois pures ou universelles... (il faut trouver) les conditions universelles et données à priori qui rendent l'expérience possible... La possibilité de l'expérience en général est donc la loi universelle de la nature et les principes de la première sont les lois de la seconde »[3].

Parmi les normes de l'univers les savants reconnaissent à l'envi les quatre suivantes :

1. H. Poincaré, *La valeur de la science*, p. 194.
2. H. Poincaré, *Dernières pensées*, Flammarion, 1913, p. 30.
3. *Prolégomènes*, p. 13 et 17.

1° *Le déterminisme de la nature* ou loi de constance : « Le vrai savant ne doute que de lui-même et de ses interprétations, mais il croit à la science; il admet même dans les sciences expérimentales un criterium ou un principe scientifique absolu. Ce principe est le déterminisme des phénomènes ». « La condition du phénomène une fois connue et remplie, le phénomène doit se reproduire toujours et nécessairement à la volonté de l'expérimentateur. La négation de cette proposition ne serait rien autre que la négation de la science même »[1]. D'autres préfèrent l'énoncé suivant : « L'avenir d'un événement est déterminé dans son présent ». Rien d'ailleurs dans cette norme de constance qui compromette l'existence du libre arbitre.

2° *L'unité de la nature.* — Les faits et les lois ne sont pas indépendants les uns des autres, ils entretiennent entre eux des relations mutuelles et font partie d'un système : « Toute généralisation suppose dans une certaine mesure la croyance à l'unité et à la simplicité de la nature. Pour l'unité il ne peut pas y avoir de difficulté. Si les diverses parties de l'univers n'étaient pas comme les organes d'un même corps, elles s'ignoreraient mutuellement, et nous, en particulier, nous n'en connaîtrions qu'une seule. Nous n'avons donc pas à nous demander si la nature est une, mais comment elle est une »[2]. Nous parlons d'unité et non de cette unicité utopique que prônait Diderot : « De même qu'en mathématiques, en examinant toutes les propriétés d'une courbe, on trouve que ce n'est que la même propriété présentée sous des formes différentes, dans la nature on reconnaîtra, lorsque la physique expérimentale sera plus avancée, que tous les phénomènes, ou de la pesanteur, ou de l'attraction, ou de l'électricité, ou du magnétisme, ne sont que des faces différentes de la même affection »[3]. L'unité de la norme cosmique existe avec plus de splendeur au sein de la multiplicité et de la complexité.

Il ne faut pas ici confondre la nature telle qu'elle est en elle-même avec la nature traduite par les lois des savants.

1. Claude Bernard, *Introduction à la médecine expérimentale*, pp. 91, 117.
2. H. Poincaré, *Science et hypothèse*, p. 172.
3. Cité par E. Meyerson, *Du Cheminement de la pensée*, p. 492.

Pour la première, le déterminisme est absolu : la condition du phénomène une fois remplie, le phénomène doit se reproduire toujours; l'avenir d'un événement est déterminé dans son présent.

Quant aux lois établies par les savants, le présent de l'événement n'a jamais été considéré dans sa totalité, pas plus que la condition du phénomène. Certaines circonstances ont été négligées, parfois de parti pris, dont l'influence était minime peut-être, mais réelle. Les lois qui traduisent la nature ne sont immuables que dans la mesure où elles traduisent avec exactitude.

Tout d'abord les principes ne sont supposés valables en toutes les circonstances que grâce à une gigantesque extrapolation; comme il a été dit (n° 12), ils sont donc susceptibles de changement. A plus forte raison les théories ne sont pas immuables, elles peuvent être élargies, modifiées, elles cèderont au besoin la place à d'autres. Il faut avoir ces considérations devant les yeux lorsqu'on est en face des bouleversements introduits dans la physique générale par certains points de vue nouveaux. Le traité actuel n'a aucunement pour but de porter un jugement sur la valeur de ces nouveautés, il recherche les étapes objectives de toute science en tant qu'elle se fait, sans s'inquiéter de la marche particulière de cette science. Or, à supposer qu'il y ait vraiment dans la nature un principe de variabilité qui condamne à un changement certain toutes les lois physiques actuelles, pour une intelligence surhumaine capable d'embrasser l'état entier de l'univers à un moment donné, ces virtualités de changement seraient une donnée du présent dans laquelle l'avenir serait contenu; le déterminisme de la nature telle qu'elle est n'est pas en cause. Mais notre intelligence limitée fait la science à sa mesure, les circonstances qu'elle omet ou néglige actuellement sont en général actuellement négligeables à l'échelle de notre connaissance de l'univers. Théories changeront, principes et lois pourront changer, mais ceux-mêmes qui bouleverseraient la science ne pourraient le faire qu'en admettant implicitement le déterminisme de la nature totale telle qu'elle est en elle-même[1].

1. Cette question du déterminisme de la nature a fait l'objet de deux séances de la Société française de philosophie, 12 nov. 1929 et 1er mars 1930.

Cette norme est souvent exprimée sous la forme équivalente : il y a de l'ordre dans la nature. En faisant abstraction de l'ordonnateur, l'ordre se définit « l'unité dans la multitude », ou encore selon le sens donné par le dictionnaire de Littré : « la disposition des choses selon des rapports simples ou complexes »; c'est à peu près exactement la définition de saint Augustin : « Ordo est parium dispariumque rerum sua cuique loca tribuens dispositio »[1].

E. Meyerson adopte la formule : « Il y a dans la nature quelque chose qui correspond aux notions de cohérence et de propriétés dans le genre et dans l'espèce »[2]. Lalande précise ainsi : « Il y a une nature dont les phénomènes, qui seront l'objet de la science expérimentale sont susceptibles de déduction à partir de chaque état ; or cette science ne peut s'établir que là où il y a place pour un parallélisme entre le mouvement libre de la pensée et la production des phénomènes sensibles, une assimilation des choses et de l'esprit... Ce premier principe pourrait être caractérisé comme principe de déductibilité »[3]. Toutes ces formes de la norme de l'unité développent l'idée que l'univers est rationnel; certains l'ont exprimée d'une manière imagée en disant qu'il faut admettre dans l'univers des fibres et des plans de clivage suivant lesquels il doit être étudié[4].

3° *Simplicité de l'univers.* — La simplicité d'un système quelconque n'est pas un absolu : elle veut dire que, dans le cas où plusieurs solutions se présentent à l'esprit pour la solution d'un problème naturel, il faut admettre la plus simple. La simplicité a donc ici une relation à notre esprit dans le sens où Laplace parlait du système de Copernic : « Tout annonçait dans le système cette belle simplicité qui nous charme dans les moyens de la nature quand nous sommes assez heureux pour les cons-

La communication de L. de Broglie, *Déterminisme et causalité dans la physique contemporaine*, a donné lieu à un échange de vues très intéressantes. Cf. sur le même sujet une lettre de P. Langevin à J. Chevalier, *La vie de l'esprit*. Grenoble, Arthaud, 1932, pp. 91 sq.; A. Eddington, in « The Listener », 1930, 26 nov., cité dans « Clergy Review », 1931, t. 1, pp. 180-181.

1. *De civitate Dei*, l. 19, c. 13.
2. *Du cheminement de la pensée*, p. 139.
3. *Théories de l'induction et de l'expérimentation*. Doin, 1909, p. 234.
4. *Du cheminement de la pensée*, p. 157.

tater »[1]. « Ceux qui ne croient pas que les lois naturelles doivent être simples, sont encore obligés souvent de faire comme s'ils le croyaient... Nous faisons passer un trait continu aussi régulier que possible entre les points donnés par l'observation... Pourquoi ne faisons-nous pas décrire à notre courbe les zigzags les plus capricieux? C'est parce que nous savons d'avance ou que nous croyons savoir que la loi à exprimer ne peut être si compliquée que cela »[2]. En particulier, c'est en vertu de la norme de simplicité qu'a été posé le principe de moindre action.

Mach exprime cette norme sous un aspect subjectif dans la formule connue : « La science vise à l'économie de la pensée ». Elle se propose de remplacer l'expérience par des opérations intellectuelles aussi courtes que possible.

4° *Norme d'esthétique : Le monde doit être étudié comme une œuvre d'art.* — « On a commencé à croire à la science quand on s'est rendu compte de son utilité ; de plus nous sommes encore poussés à cette croyance par un sentiment esthétique, celui de l'ordre et de l'harmonie qui se trouve nécessairement dans la notion de loi. Nous retrouvons là des idées qui se sont déjà présentées à nous sur le concours du vrai, de l'utile et du beau »[3]. Le beau ajoute à la norme d'unité un aspect de splendeur dans la manifestation de l'ordre. En parlant des démarches subjectives de l'esprit, nous constaterons que cette norme d'esthétique a été l'inspiratrice des plus grands savants.

Bien des génies scientifiques résumaient les normes cosmiques dans cette règle suprême : le monde est l'œuvre d'un Dieu qui a disposé toutes choses pour le bien de l'homme, tout particulièrement pour lui donner un moyen de le louer en admirant son œuvre dans la splendeur de l'ordre et de la simplicité. Ils ne croyaient pas déroger en cela à l'esprit de la science. Citons parmi tant d'autres Copernic, Kepler, Agassiz, Cauchy, Hermite.

K. G. Jacobi, si particulièrement jaloux de l'indépendance de la science avouait cependant : « L'univers naturel et l'homme

1. Cité dans le Dictionnaire de Littré, Art. « Simplicité ».

2. H. Poincaré, *Science et hypothèse*, p. 173. — Cf. E. Picard. « De la science ». *De la méthode dans les sciences*, t. 1, p. 17.

3. E. Picard, ibid. Cf. K. Pearson, *Une grammaire de la science. La physique*, trad. franç. Alcan. 1913, pp. 44-46.

conscient sont tous deux l'œuvre de Dieu, les lois éternelles de l'esprit humain doivent être les mêmes que celles de la nature; sans cette condition remplie, l'univers ne serait pas intelligible »[1]. E. Meyerson cite le pastichage de Schiller par lequel ce même philosophe commentait la découverte de Neptune par Leverrier : « Un disciple avide de science vint chez Archimède : « Initie-moi, lui dit-il, dans l'art divin qui vient de rendre des services si admirables à la science des étoiles, en découvrant une planète nouvelle derrière Uranus. — Tu appelles divin cet art, dit le sage, il l'est. Mais il le fut avant qu'il n'explorât le Cosmos. Ce que tu perçois dans le Cosmos n'est que le reflet de sa divinité. Car parmi les dieux de l'univers trône le nombre éternel »[2].

14. Donnons deux exemples d'établissement d'une loi positive : la découverte de Neptune déduite en grande partie des principes et l'établissement de la loi de réfraction de la lumière au moyen de l'expérimentation laborieuse.

1° En 1780, Herschell avait découvert la planète Uranus : il établit l'orbite qu'elle devait décrire en utilisant le principe newtonien de gravitation universelle et les trois principes connus sous le nom de lois de Kepler : « Les planètes décrivent autour du soleil des ellipses dont le soleil est un foyer. — Les aires décrites par les rayons vecteurs allant du soleil à la planète sont proportionnelles aux temps employés à les parcourir. — Les durées des temps des révolutions sont proportionnelles aux cubes des grands axes de leurs orbites ». Or Bouvard remarqua certaines perturbations dans la marche d'Uranus (fait brut, point de départ de la découverte). Il admit comme hypothèse heuristique que ces troubles étaient dus à l'existence d'une planète encore inconnue. Par ailleurs, les astronomes admettaient une autre loi qu'ils avaient élevée à la dignité d'un principe en l'extrapolant, la loi de Bode : si l'on considère la suite 0 3 6 12 24 48 96 192 384 et si l'on ajoute 4 à chacun des termes, en divisant le résultat par 10, la nouvelle suite ainsi obtenue donne les distances des planètes au soleil, celle de la Terre étant prise pour unité. On avait pour Mercure 0, 4 — Vénus 0, 7 — la Terre

1. Knesser, *Mathematik und Natur.* Breslau, 1918, p. 10.
2. *La science et la quantité,* dans le « Journal de psychologie », 1924, p. 342.

1 — Mars 1, 5 — Jupiter 5, 2 — Saturne 9, 5 — Uranus 19,6. Si la loi de Bode est exacte dans son extrapolation, il doit exister une planète répondant à la distance 2, 8 : de plus, s'il existe une nouvelle planète au delà d'Uranus, sa distance au soleil doit être 38, 8. De fait on découvrit dans une région située à environ 2, 8 Cérès d'abord en 1805, puis 279 petites planètes qui pouvaient être avec Cérès les fragments d'un astre éclaté.

Leverrier supposa la loi de Bode exacte et attribua les perturbations d'Uranus à une planète située à la distance 38, 8; puis par les lois de Kepler et de Newton, il détermina les éléments de son orbite. En 1846, il publia le résultat de ses travaux et le jour même où ce mémoire fut publié à Berlin, Galle découvrit dans le Ciel l'astre signalé. Seulement la distance au soleil, au lieu d'être 38, 8, n'était que de 30. La loi de Bode avait donc été indûment extrapolée et cette erreur en avait entraîné d'autres, par exemple la durée de la révolution n'était que de 164 ans au lieu de 217.

On voit nettement dans ce cas la grande utilité des principes (lois de Kepler et de Newton) et en même temps la possibilité de leur extrapolation illégitime (loi de Bode).

2° Le fait brut de la réfraction de la lumière était connu depuis longtemps : le sauvage savait que pour atteindre avec sa flèche le poisson situé dans un lac, il ne devait pas viser le poisson, mais plus bas. Ptolémée au IIe siècle avant J.-C. aborda la question scientifiquement. En s'inspirant de la norme d'unité de la nature, il avait pour guide une analogie, le rapport entre l'angle d'incidence et l'angle de réflexion de la lumière, aussi simple que possible, égal à un. Ptolémée partit de cette hypothèse que le rapport de l'angle d'incidence à l'angle de réfraction devait être fixe. Avec tout le soin que permettaient les instruments rudimentaires d'alors, il mesura les angles inférieurs à 30° pour le passage de l'air dans l'eau; le rapport trouvé se tenait aux environs de 1, 4 et les écarts pouvaient être mis sur le compte des erreurs d'expérience; on posait donc en s'inspirant de la loi cosmique de simplicité : $i = nr$, n étant constant. Mais en continuant la mesure de 10° en 10° jusqu'à 90°, Ptolémée constata des écarts dans le rapport de i à r trop considérables pour être attribués aux erreurs d'observation. Il fallait donc trouver une autre relation entre i et r pour

les angles dépassant 30°. Ptolémée cherche en vain. Il ne pense pas à calculer les rapports des cordes sous-tendant les angles au centre égaux à i et r, ce qui l'aurait conduit à la solution. Jusqu'en 1620 de grands savants travaillèrent ce problème, entre autres Kepler qui en avait besoin pour l'étude de la réfraction atmosphérique ; ce n'est qu'en 1620 que Snellius trouva la relation Sin $i = n$ sin r, n étant égal à 1,48 pour le passage de l'air dans l'eau, à 1,33 pour le passage de l'air dans le verre. Comme naturellement les vérifications expérimentales ne donnaient les nombres qu'avec une certaine approximation on pouvait encore se demander si la loi était bien rigoureuse. Descartes et Fermat tentèrent de la ranger sous une des normes cosmiques. Le dernier établit victorieusement qu'elle était une conséquence du principe de moindre action : « La nature opère par les voies les plus aisées ». Depuis lors la loi fut considérée comme rigoureuse[1].

Et puisque l'on admet l'unité de la nature, on ne se mettra pas en peine pour d'autres milieux de démontrer la constance du rapport des sinus, mais uniquement de déterminer la valeur particulière de ce rapport.

1. Cf. sur l'établissement de la loi de réfraction l'exposé très suggestif de H. Bouasse, *Physique générale. « De la méthode dans les sciences »*, t. I, pp. 79 et sq.

CHAPITRE III

LES THÉORIES.

15. Définition et portée de la théorie positive. — 16. Objectivité d'une théorie. — 17. La théorie positive exclut-elle tout élément transcendant? — 18. Critique de quelques théories.

15. En général une *Théorie scientifique* est toute hypothèse systématisant les faits scientifiques acquis. La théorie d'une science particulière est celle qui s'étend à tous les faits acquis dans le domaine de cette science; c'est ainsi qu'on dira « la théorie physique, la théorie psychologique ». Elle est définie d'une manière précise : une conception d'ensemble dans laquelle une science particulière résume toutes les connaissances positives acquises sur les faits dont elle traite[1]. Elle est donc plus qu'une simple vue ou une suggestion hasardeuse à l'occasion de faits.

Une telle systématisation théorique est réellement une *nécessité pour la science*. Non seulement elle réalise manifestement le desideratum de l'économie de la pensée, mais elle est une condition quasi-indispensable du progrès, de toute découverte. Sans elle les faits, les lois, les principes relatifs à une branche du savoir seraient comme des membres épars[2]. Pour introduire un élément nouveau, il faudrait en constater l'accord avec tous les éléments de la science en cause, tâche d'autant plus ardue que la science serait plus avancée et plus vaste. Aussi, comme le dit le *Dictionary of philosophy and psychology*, édité à New-York : « The whole aim of science is to find out facts and to work out a satisfactory theory of them »[3].

Pour être d'un maniement aisé et fructueux les conceptions théoriques auront à s'incarner dans quelque substrat réel ou fictif : « Le savant, dit E. Meyerson, ne saurait travailler sans

1. *Vocabulaire technique et critique de la philosophie.*
2. P. Duhem, *La théorie physique.* Rivière, 1905, pp. 427-429.
3. Art. « Theory ».

appuyer sa pensée sur un ensemble de propositions concernant le substrat des phénomènes »[1]. Ainsi l'éther en physique, la personnalité dans la théorie psychologique de W. Stern.

Ce substrat informé des conceptions théoriques est comme l'univers spécial à une science particulière, où se passeront les faits régis par les lois et les principes, univers construit sans doute par le théoricien, sans être cependant entièrement fictif, puisqu'il est assujetti à renfermer tout ce qu'il faut pour systématiser réellement la science en question. Distinct de l'univers réel, il entretient avec lui certaines relations :

Il est plus restreint que lui, puisqu'il n'a de place que pour les faits systématisés par la théorie; dans l'univers d'une théorie physicochimique n'entreront ni phénomènes physiologiques, ni phénomènes psychologiques. Il arrivera même que la théorie ne contiendra pas certains traits des faits qu'elle systématise. Par exemple un des buts de toute théorie physique est de donner une systématisation de la réalité matérielle susceptible d'insertion dans des formes mathématiques; elle réduira donc les éléments des faits à des caractéristiques nombrables, il n'y aura plus de nuances de couleurs, mais des nombres de vibrations, des longueurs d'ondulations, etc.; procédé qui peut réussir dans une science dont tous les éléments sont incorporés à l'étendue et au mouvement local.

Evidemment, la théorie ne peut contredire aucune des lois de la science qu'elle systématise et autant que possible aucun des faits de cette science ne doit lui échapper; sinon elle cesse d'être générale et n'est que relative à un domaine plus ou moins restreint; ainsi la loi de Bode ne sytématise que les distances des planètes moins éloignées du soleil que Neptune.

L'univers de la théorie scientifique doit dans la plus grande mesure possible être construit conformément aux normes d'unité, de simplicité, d'esthétique, que réclame la pensée scientifique; c'est même principalement dans la théorie que ces exigences chercheront leur satisfaction.

16. *La théorie scientifique doit-elle être objective?* — Peut-il même y avoir toujours conformité entre l'univers d'une théorie et le véritable univers?

1. *La science et la quantité*, dans le « Journal de psychologie », 1924, p. 338.

Ces deux univers doivent être en correspondance telle que l'on puisse passer de l'un à l'autre; s'ils diffèrent, il est donc nécessaire de connaître les lois de cette correspondance.

Nous l'avons déjà remarqué, l'univers de la théorie est plus restreint que l'univers réel; du moins peut-il le reproduire dans ce domaine limité? Pour répondre à cette question, il est nécessaire de distinguer entre les sciences dont les éléments sont incorporés à la quantité mesurable et les sciences purement qualitatives, telles que la psychologie expérimentale, la sociologie.

1° Pour les sciences *quantitatives*, les faits seront transformés dans leur expression de manière à pouvoir être insérés dans des formes mathématiques. Ainsi, en mécanique céleste, les masses seront appliquées à des points matériels centres de gravité et d'attraction, le soleil sera foyer des ellipses décrites par les planètes, etc. Or de telles hypothèses non seulement ne sont pas réalisées, mais sont irréalisables, puisque, dans le monde objectif, il ne peut y avoir ni points, ni lignes, ni surfaces, sinon comme limites d'étendues à trois dimensions. Dans les sciences quantitatives, l'univers de la théorie ne peut donc pas reproduire l'univers réel[1].

Dire qu'il ne le reproduit pas ne veut pas dire qu'il ne le représente pas et que le théoricien en appliquant ses hypothèses n'apercevra pas l'univers tel qu'il est réellement. En utilisant les lois de Kepler et de Newton, le savant affirme hautement qu'il parle du réel et qu'il l'imagine; pour un astronome exercé, la corrélation entre les deux univers est immédiate. C'est ainsi qu'en voyant la représentation sur une toile d'un site connu, on pourra dire : c'est bien la baie de Naples. De plus les théories qui renferment des éléments géométriques offrent *à l'imagination* non des lignes et des surfaces au sens exact conçu par l'intelligence, mais des étendues à trois dimensions et par suite présentent un modèle du monde qui ne heurte pas le sens du réel. Il n'en reste pas moins certain que, dans ces sciences quantitatives, le monde réel est irréductible à l'ensemble de la théorie.

2° Prenons comme type de science *qualitative*, la psycho-

1. P. Duhem, *La théorie physique*, pp. 361-362.

logie expérimentale. Sa théorie doit unifier des éléments psychologiques, qui, en tant que tels, ne sont aucunement incorporés à la quantité mesurable; il n'y a donc pas, comme pour les sciences quantitatives, à chercher d'unification dans cet élément. Or comment unifier deux qualités de ce genre sans supprimer l'une d'elles ou les ramener à d'autres éléments avec lesquels elles soient en relation? Il est obvie dès lors de considérer comme lien des conceptions théoriques un substrat dont les éléments psychologiques puissent être considerés comme des actes. Evidemment cette systématisation requiert une minutieuse attention : elle demande en particulier une grande précision dans la définition du substrat choisi, il ne doit pas être étendu au delà des limites nécessaires au bien de la théorie. Une théorie ainsi comprise pourra, dans certains cas et sous certains rapports, reproduire exactement la réalité objective.

Sans doute il s'établira ainsi facilement un point de contact entre doctrines philosophiques et théories psychologiques. « En fait, dit A. Gemelli, l'éminent recteur de l'Université de Milan, (on remarque une tendance toujours grandissante) le besoin de ne plus limiter les recherches à l'étude des faits de la vie psychique et à la détermination de leurs lois, mais d'étendre leurs résultats à l'établissement de systèmes et de conceptions qui prennent le sens et la portée de vrais systèmes philosophiques »[1]. En raison de ces nécessités de la théorie psychologique, bien des psychologues ont signalé l'utilité de la culture philosophique pour réussir dans les études positives de psychologie. H. Ebbinghaus, un des fondateurs de la psychologie expérimentale en Allemagne, a écrit : « Il faut souhaiter de tout cœur que jamais la Psychologie ne perde entièrement contact avec la Philosophie, comme cela se produit quelquefois au grand dommage des deux parties, pour les sciences naturelles »[2]; et C. S. Myers jugeait que la familiarité avec la psychologie rationnelle était une condition indispensable pour réussir en psychologie expérimentale[3].

On ne s'étonnera pas en conséquence qu'on ait pu faire

1. *Funzioni e strutture psichiche*, dans la « Rivista di fil. neoscol. », 1925, n° 1-2.
2. *Précis de psychologie*, tr. française, Alcan, p. 23.
3. *Text-book of experimental psychology*, p. 1.

souvent la remarque suivante : tandis que, dans le domaine quantitatif, il y a une énorme distance entre la science positive des anciens et la nôtre, on trouve peut-être plus de continuité entre les données psychologiques d'Aristote et celles de la psychologie expérimentale actuelle, qu'entre ces dernières et celles de certains auteurs du XIXe siècle qui voulaient ramener la psychologie positive à la physiologie : « Au IVe siècle avant notre ère, dit encore Ebbinghaus, Aristote, avec sa puissance merveilleuse, a construit la psychologie comme un édifice susceptible de supporter la comparaison avec n'importe quelle autre science de notre époque »[1].

17. *La théorie positive exclut-elle tout élément de transcendance?* — L'affirmative est soutenue comme un dogme par un grand nombre de positivistes. Citons Höffding : « Chacune des manifestations de la force se ramène aux forces générales de la nature... On n'admet plus aucune explication qui contredise ce principe »[2]. De même Fouillée : « La nouveauté et l'originalité des phénomènes vitaux doivent s'expliquer scientifiquement par une complication des lois universelles »[3]. On trouve des affirmations du même genre chez Haeckel, Dastre, Delage : matérialistes ou non, bien des savants estiment que, dans l'ensemble d'une science positive, y compris ses parties théoriques, aucun facteur supérieur aux éléments de la nature ne doit s'introduire, aucun élément transcendant, c'est-à-dire pour préciser qui soit « au delà de toute expérience possible des faits et de leurs antécédents immédiats »[4].

On peut l'accorder, il est souhaitable que tout le contenu d'une théorie soit susceptible d'être contrôlé par l'expérience positive, ou du moins y soit immédiatement relié, mais de telles visées sont parfois irréalisables. Il faut alors dire l'*Ignoramus-Ignorabimus* de Du Bois-Reymond, parler des énigmes de l'univers, ou trouver aux phénomènes un lien en dehors du contrôle direct de l'expérience, en le choisissant de manière qu'il satisfasse les exigences des normes cosmiques. Au reste

1. *Loc. s. cit.*, p. 1.
2. *Esquisse d'une psychologie fondée sur l'expérience*, tr. franç. Alcan, p. 43.
3. *Le mouvement positiviste*, Alcan, p. 81.
4. *Vocabulaire technique et critique de la philosophie.*

des parties transcendantes introduites dans une théorie scientifique n'appartiennent pas pour cela à la science; leur incorporation à la théorie ne donne aux faits et aux lois aucune autorité scientifique positive, pas plus qu'elle n'est une garantie de vérité pour les parties ainsi introduites. Si les faits ne s'adaptaient plus bien au point de vue théorique adopté, celui-ci serait à changer et c'est tout : « Dans la science, dit Cl. Bernard, lorsque nous avons émis une idée ou une théorie, nous ne devons pas avoir pour but de la conserver en cherchant tout ce qui peut l'appuyer et en écartant tout ce qui peut l'infirmer »[1].

18. *Examen de quelques théories.*

1° Théories des *sciences quantitatives.*

On affirme parfois que la marche des sciences quantitatives, physique, chimie, mécanique, etc., est jalonnée par les ruines de leurs théories. C'est tout le contraire : la continuelle éclosion de théories nouvelles est, dans cet ordre de sciences, une marque de progrès; ces théories nouvelles ne sont qu'en apparence la ruine des précédentes, elles les perfectionnent plutôt par une systématisation mieux adaptée aux besoins de la science. Les théories ne sont ni les piliers de l'erreur, ni les béquilles de la pensée; dans l'ordre quantitatif spécialement, elles sont des instruments commodes qui ne perdent même pas toute utilité parce qu'on les a remplacées[2].

Comme il a été remarqué plus haut, on doit pouvoir établir la correspondance entre l'univers d'une théorie et l'univers réel : dans la théorie, je n'ai pas la couleur rouge, mais j'ai des mouvements déterminés de l'éther répondant au rouge objectif. Il est pourtant certaines théories récentes qui heurtent toutes nos habitudes d'imagination et semblent par suite contredire la réalité; ainsi la théorie d'Einstein, celle des « quanta » de Planck, certains aspects des conceptions de Bohr et L. de Broglie.

La théorie einsteinienne présente un espace à trois dimensions « qui limite une hypersphère dans un espace à quatre dimensions comme la surface sphérique limite la sphère, c'est

1. *Introduction à la médecine expérimentale*, p. 72.
2. URBAIN, *Les disciplines d'une science. La chimie*, p. 30. Cf. A. REY, *Les théories de la physique*. Alcan, 1907, pp. 373-374.

un espace non euclidien, fermé et pourtant sans limites »[1]. « L'éther existe, mais il ne doit pas être conçu comme doué de la propriété qui caractérise la matière; il n'est pas constitué par des parties qui puissent être suivies dans le temps. Autrement dit, nous ne pouvons pas placer notre doigt sur un certain point et dire que cette partie se trouvait là quelques secondes auparavant »[2]. La théorie des « quanta » présente d'égales difficultés.

Il ne faut pas cependant rejeter en principe la légitimité de ces nouvelles théories. Leur vrai but n'est autre que d'insérer le réel dans des formes mathématiques mieux appropriées. E. Borel s'efforce de nous le faire saisir : « Si on laisse de côté le critérium de simplicité, on peut dire que, parmi toutes les théories mathématiques se déduisant les unes des autres par un changement de variables, aucune ne vaut plus ou moins que les autres. Il est dès lors naturel de se demander si l'on est vraiment obligé de faire un choix entre ces théories équivalentes et si l'on ne peut les retenir toutes, ou, plus exactement, retenir ce qu'elles ont de commun, leurs invariants... La théorie de la relativité consiste à affirmer que (ses équations) renferment précisément les nombres de variables et de fonctions nécessaires et suffisantes pour définir l'ensemble des phénomènes et leurs lois; ces équations se transforment en équations de même forme par une transformation ponctuelle générale à quatre variables; ce sont les invariants de cet ensemble d'équations qui permettent d'exprimer les lois de l'univers »[3]. Ces citations n'ont pas pour but de nous aider à comprendre ce qu'est la théorie d'Einstein, mais uniquement d'indiquer que son objectif était avant tout la *mathématisation* de l'univers. Quant à ces formes choquantes données au substrat de ces conceptions, il ne faut pas y voir plus que des analogies symboliques[4]. Ne disons-nous pas que le cœur est la source des nobles pensées, l'intelligence la lumière qui nous éclaire? Il s'agit de théories quantitatives dont l'aspect imaginatif ne peut rien dire au plus grand nombre, de même que les

1. L. Pouquet, *Relativité* dans le *Dictionnaire apologétique de la foi catholique*, n° 42.
2. *Ibid.*, n° 43.
3. E. Borel, *L'espace et le temps*. Alcan, 1922, p. 205.
4. Meyerson, *Du cheminement de la pensée*, pp. 588, 68.

peintures de certaines écoles contemporaines ne sont accessibles qu'aux seuls initiés[1].

2° Les théories qui ont été proposées pour les *sciences qualitatives* ne méritent pas dans leur ensemble le même satisfecit. Ici on pourrait parler de ruines, car c'est souvent le point central, essentiel, de la théorie qui a été rejeté comme nuisible au progrès et même parfois comme absolument opposé à l'existence de la science en cause.

La théorie psychophysiologique d'A. Comte, qui a longtemps régné en maîtresse, a grandement nui au progrès de la psychologie; elle est en opposition nette avec nombre de faits expérimentaux mieux étudiés de nos jours.

La théorie psychophysique prétendait introduire la mesure en psychologie dans l'espérance de recueillir des fruits analogues à ceux que les formes mathématiques rapportent aux sciences quantitatives.

La théorie psychanalytique de Freud, comme toute théorie qui veut ramener l'ensemble de la psychologie humaine à l'évolution d'un instinct, laisse forcément en dehors des faits à systématiser les faits de connaissance immatérielle. Par ailleurs le système de Freud va contre plusieurs lois fondamentales de psychologie expérimentale.

La théorie des stades de civilisation étend à l'ordre psychologique la loi biogénétique d'Haeckel. L'histoire de l'humanité dans son développement psychologique donnerait les différents stades du développement psychologique de la naissance à l'âge adulte. Théorie contredite par les faits : « La mentalité de l'enfant ne cesse jamais d'être une mentalité enfantine, tandis que, si l'on prenait à la lettre la loi biogénétique, l'enfant devrait être successivement un homme de l'âge de pierre, puis un homme de l'âge de bronze, ce qui n'est pas évidemment le cas, puisqu'il n'a pas les caractéristiques adultes que possédait l'homme primitif »[2].

La théorie du personalisme a été proposée plus ou moins exclusivement comme théorie psychologique par Morton Prince en Amérique, W. Stern à Hambourg. Tous les faits psycho

1. Cf. la conclusion de Borel, *loc. cit.*, p. 216.
2. E. Claparède, *Psychologie de l'enfant et pédagogie expérimentale*. Genève Kündi éd. 1910, p. 258.

logiques ayant un rapport avec un même corps humain se systématiseraient autour d'une même personnalité, d'un même « je ». La théorie semble très féconde pour la systématisation des faits psychologiques humains; mais elle ne saurait englober les faits du psychisme animal. Il suffirait de la compléter en admettant que le principe qui dit « je » est en même temps principe de connaissances matérielles et même principe formel des réactions nerveuses. On retomberait sur la doctrine philosophique aristotélicienne.

Le transformisme universel viole dans sa systématisation presque toutes les règles d'une bonne théorie. Faire dériver toutes les formes vivantes de formes inférieures sous l'influence d'un milieu physicochimique est une position qui s'accule à soutenir de véritables non-sens, si elle n'admet pas un facteur transcendant, comme le démontrent vigoureusement plusieurs pages de l'*Évolution créatrice* de Bergson. De plus le transformisme universel est obligé d'exclure de sa systématisation les faits qu'il importerait le plus d'y introduire [1]. Les transformistes reconnaissent souvent d'ailleurs poser leur théorie à cause de la prétendue nécessité de n'introduire aucun facteur transcendant. Or, comme il a été dit, la théorie positive n'a aucune raison de se soumettre à pareille exigence, du moment que cette introduction ne va pas au delà du nécessaire et ne compromet pas la conformité aux lois cosmiques [2].

1. H. Driesch, *Biologie scientifique et transformisme*, dans la « Revue de philosophie », 1909, p. 493.

2. Cf. E. Haeckel, *Histoire de la création*, tr. franc., Alcan, p. 337. — Delage et Goldsmith, *Théories de l'évolution*, Flammarion, p. 4.

CHAPITRE IV

LES SCIENCES PARTICULIÈRES.

19. Existence de sciences particulières — 20. La science positive et le nombre. — 21. Les sciences qualitatives.

19. Le mot *science positive* est employé dans les trois sens suivants[1] : Un sens universel désignant d'une manière indéterminée toute organisation des lois positives régissant le monde de l'observation ou l'une de ses parties.

Un sens plein et absolu, celui d'une théorie suprême unissant en un seul corps toutes les connaissances positives sur l'univers. En ce sens on dit « La Science ».

Un sens individuel et déterminé : l'organisation en un corps des lois positives régissant un aspect défini du monde réel ou de l'une de ses parties, par exemple la chimie, la botanique.

Le *scientisme total* admettait, sinon l'existence, tout au moins la possibilité de « La Science ». Ce système n'a plus que peu d'adeptes et Parodi précise ainsi la position commune depuis le début du xx° siècle : « Nul doute que cet idéal (d'unification) ne soit très lointain et de moins en moins on se croit autorisé à le dire réalisable. Il existe des sciences, la science n'est qu'une abstraction. Elles ont beau présenter toutes les mêmes caractères logiques : cette forme commune ne peut faire oublier la diversité réelle de nos connaissances, des objets qu'elles étudient, des méthodes qu'elles emploient »[2].

Quoiqu'il en soit de l'illégitimité de certaines prétentions, une question se pose sur la marche objective du savoir positif : la dernière étape doit-elle être d'amener les sciences à une corrélation aussi étroite que possible, ou au contraire la science doit-elle s'orienter vers un nombre toujours plus grand de sciences distinctes, à limites tranchées, ayant leurs objets et

1. Cf. *Vocabulaire technique et critique de la philosophie.*
2. *Grande Encyclopédie*, art. « Science ».

leurs méthodes propres? Examinons les raisons données en faveur de l'une ou l'autre position.

1° La seconde conception s'appuie sur les considérations suivantes :

Historiquement les divisions de la science se multiplient et accusent des séparations de plus en plus tranchées. On écrivait déjà en 1903 : « Après s'être posé dans son universalité, mais aussi dans toute sa confusion, le problème de l'explication totale, l'esprit humain mieux informé des complexités de la nature a posé des problèmes distincts et a réparti l'effort de la recherche en des sciences limitées dans leur objet, mais par là même plus propres à l'embrasser et à l'étreindre tout entier. Ainsi par une lente division du travail scientifique se sont constituées peu à peu ces disciplines si nombreuses et si diverses qui sont les sciences particulières »[1]. Depuis cette époque les faits donnent toujours plus raison aux partisans du séparatisme. La Psychologie expérimentale ne s'est guère formée que depuis 1878 et déjà elle tend à se scinder en Psychologie générale et Psychologie individuelle aussi distinctes l'une de l'autre que la Physique de la Chimie ; de nombreux rameaux s'en détachent, Psychophysique, Psychophysiologie, Psychologie collective, etc. La nécessité de nombrer méthodiquement les faits a donné naissance à la Statistique et à la Science des probabilités. Même les sciences considérées jusqu'ici comme vraiment unes tendent à se scinder en plusieurs. C'est ainsi que, selon la remarque de Bouasse dans un article sur la Physique générale, ce mot serait plutôt à laisser pour étudier séparément la Mécanique physique, la Thermodynamique, l'Électricité-magnétisme, l'Optique, l'Électroptique, l'étude des symétries dont la cristallographie est une partie[2]. L'évolution historique du savoir positif accuse donc une tendance toujours plus grande à la division en branches distinctes.

Cette tendance ne résulte-t-elle pas d'ailleurs de la nature même de la recherche positive? Il y a dans l'univers des collections de faits se ressemblant sous un certain rapport, en même temps qu'ils sont en discontinuité avec d'autres collections.

1. C. Bourdel, *La science et la philosophie*. Paris, 1903, p. 42.
2. H. Bouasse. *De la méthode dans les sciences*, t. 1, pp. 106-108.

En droit les lois de chaque collection ainsi déterminée se groupent en science particulière, à la fois vraiment une en raison de l'identité de l'aspect considéré, vraiment distincte en raison de l'irréductibilité de cet aspect aux autres objets d'observation.

Par exemple l'aspect « connaissance », sous lequel la psychologie expérimentale observe, est en complète discontinuité comme tel avec les faits physiques, chimiques, mécaniques et physiologiques; quand bien même la connaissance aurait des relations étroites avec les autres objets d'étude, les lois de ces derniers ne pourront en rien renseigner sur le fait de connaissance en lui-même. Du moment que l'aspect, sujet de la science, présente une vraie discontinuité avec le reste du réel, ce qu'il y a d'original donnera toujours un résidu réfractaire à l'unification.

2° Il y a cependant encore des savants qui persistent à considérer cette unification comme l'idéal. C'est ce que proclame Delbet, même à propos de la science médicale : « Si l'humanité dure assez longtemps, un moment viendra sans doute où les savants trouveront l'explication mécanique de tous les phénomènes. Il n'y aura plus que deux ordres de sciences, la science des nombres et ses applications à la mécanique »[1]. Lamouche émet hardiment un rêve du même genre pour la psychologie expérimentale : « La psychologie scientifique dépend étroitement de la physiologie comme celle-ci de la physicochimie. De par la loi générale de réduction du moins connu au plus connu et du moins simple au plus simple, la vie ne peut être pour les sciences biologiques qu'un aspect de la physicochimie; de même pour les sciences psychologiques, la pensée ne peut être qu'un aspect de la vie »[2]. Nier cette tendance à l'unification n'est-ce pas, affirme-t-on encore, fermer volontairement les yeux à ce qui se passe? L'aspect sous lequel la chimie considère les faits semblait entièrement irréductible à la mécanique et cependant ne ramène-t-on pas graduellement l'étude des phénomènes chimiques à celle de la mécanique physique et de l'électricité? E. Meyerson fait ainsi parler les adeptes de ces

1. « Sciences médicales ». *De la méthode dans les sciences*, t. 1, p. 101,
2. *La méthode générale des sciences pures et appliquées*. Gauthier-Villars, 1924, p. 233.

conceptions : « Le chimiste de vieille école peut regretter le fait que, dans un domaine qui, de la manière la plus incontestable, paraissait dévolu à lui seul, des intrus ont instauré une méthode de recherche entièrement nouvelle, mais il ne pourra arrêter ce processus ». Il est vrai que beaucoup doutent « si l'on réussira jamais à suivre par le calcul les conditions infiniment complexes telles que celles qu'offre la réalité »[1]. Disons-le une fois de plus : quand bien même par impossible on amènerait toutes les sciences particulières à être soumises au calcul numérique, cela n'entraînerait pas leur confusion, car l'aspect spécial à chacune d'elles n'est pas un nombre et réserve un domaine individuel absolument irréductible.

20. Reste à examiner cette prétention de nombreux et illustres savants d'amener peu à peu toute science à dépendre, ou dans toutes ses parties, ou du moins dans son ensemble, de la science des nombres. En quel sens et à quel degré *le nombre* peut-il s'introduire dans la science? Peut-il s'introduire en toute science?

Trois nombres sont à distinguer dans l'étude de cette question :

Le *nombre attribut de la multitude* qui provient seulement de la distinction entre plusieurs, par exemple trois pierres, une armée de cent mille hommes. Il dénombre uniquement.

Le *nombre-mesure* qui exprime combien de fois une grandeur contient une grandeur de même espèce prise pour unité. La condition nécessaire et suffisante pour qu'une espèce de grandeur puisse être soumise à la mesure est qu'on puisse définir l'égalité et la somme de deux grandeurs de cette espèce. Ainsi on pourra mesurer des longueurs, des angles.

Le *nombre-symbole* attribué à une qualité comme indice de sa plus ou moins grande perfection, par exemple les notes données aux candidats dans les examens. User de ces symboles numériques dans une science n'est pas réellement y introduire le nombre. En dressant son échelle métrique de l'intelligence, Binet a eu grand soin de remarquer qu'il ne s'agit pas du nombre véritable : si pour un enfant de 11 ans on trouve un chiffre de 12 à 13 pour l'âge intellectuel, c'est une notation très

1. *Du cheminement de la pensée*, pp. 925-928.

commode pour signifier que l'enfant est en intelligence générale au-dessus de la moyenne des enfants de son âge, mais cela ne répond pas à un contenu de douze et treize fois quelque chose.

Par un criant abus du langage et des notations, certains ont même prétendu par le moyen de ce nombre introduire une sorte de mesure dans les qualités[1].

Le *nombre qui dénombre* trouve sa place dans la science par l'emploi de la *statistique*, définie par Baldwin : « L'observation et le traitement systématique des faits sous le rapport de leur nombre relatif »[2]. Selon Cournot la statistique est nécessaire à certaines sciences et utile à beaucoup d'autres; elle pourrait renseigner sur l'existence de causes régulières[3]; elle classe en effet et compare les faits particuliers pour en déduire les lois générales de leur génération et de leur développement[4]. En particulier l'évolution récente de la physique obligerait à renoncer à l'acception rigoureuse de loi physique et à tout exprimer à l'aide de la statistique en lois de probabilités[5].

D'autres ont été jusqu'à soutenir que des évaluations statistiques pourraient donner les évaluations numériques de qualités intellectuelles et morales[6]. Encore là abus des mots : il s'agit de simples indices capables de suggérer des rapprochements sous un rapport qui en lui-même n'est pas de l'ordre psychologique.

Quant à la prétention de ramener toute science à une statistique de faits par l'usage du calcul des probabilités, les plus grands maîtres de la statistique en reconnaissent l'utopie. C'est ainsi que March, directeur général de la statistique de la France, dit au sujet de la science sociale, celle de toutes les branches positives qui réserve la plus grande part au dénombrement : « Il apparut assez vite que la statistique ne pouvait à elle seule constituer la science

1. J. Crépieux-Jamin, *L'écriture et le caractère*. Paris, p. 341.
2. *Dict. of philosophy and psychology*. New-York.
3. A. Cournot, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*. Hachette, 1843, ch. IX.
4. March, « Statistique ». *De la méthode dans les sciences*, t. 2, p. 327.
5. H. Reichenbach, *La philosophie scientifique*, tr. franç. Hermann, 1932.
6. A. Niceforo, *La méthode statistique*, trad. de l'italien. Giard, 1925, ch. XV-XVII.

sociale »[1]. Du reste, en tout cas, ce n'est pas tant du nombre dénombré que bénéficie la science, mais plutôt du classement et de la comparaison des faits dénombrés.

Le nombre-mesure ne reste pas comme les précédents pour ainsi dire à l'extérieur des faits, il établit de vraies relations entre les attributs intrinsèques en les comparant à ceux d'autres faits de même espèce. Pour beaucoup l'usage de ce nombre est la caractéristique d'une méthode vraiment scientifique : hors de lui pas de science.

Déjà Léonard de Vinci, passionné pour la science, écrivait : « Aucune recherche humaine ne peut passer pour une vraie science si elle ne se fait par des démonstrations numériques »[2]. L'auteur des travaux sur l'énergie solaire, Lord Kelvin, disait aussi : « Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet, mais si vous ne pouvez pas le mesurer, l'exprimer en nombres, vos connaissances sont de pauvre espèce et bien peu satisfaisantes »[3]. On est plus étonné de trouver des manières de voir quelque peu semblables chez Claude Bernard et Cauchy qui, il est vrai, ne parlaient pas de sciences purement qualitatives telles que la Psychologie expérimentale. « Dans les sciences expérimentales la mesure des phénomènes est un point fondamental, puisque c'est par la détermination quantitative d'un effet relativement à une cause donnée que la loi des phénomènes peut être établie. Il faut donc non seulement observer et constater les phénomènes vitaux, mais de plus il faut fixer numériquement les relations d'intensité dans lesquelles ils sont les uns par rapport aux autres »[4]. « Sans doute dans les sciences qu'on nomme naturelles la seule méthode qu'on puisse employer avec succès consiste à observer les faits et à soumettre ensuite les résultats au calcul »[5].

Sur cette question posons les assertions suivantes :

1. MARCH, *loc. s. cit.*
2. *Trattato della pittura*, l. 3, § 9.
3. Cité par E. MEYERSON, *La science et la quantité*, dans le « Journal de psychologie », 1924, p. 321.
4. *Introduction à la médecine expérimentale*, p. 226.
5. C. A. VALSON, *La vie et les œuvres du baron Cauchy*. Gauthier-Villars, 1868, t. 1, p. 158.

1° Lorsqu'elle le peut, la science a grand intérêt à se servir du nombre-mesure. Elle a ainsi à sa disposition une langue vraiment objective, concise, d'une signification fixée dans l'espace et le temps. Comme d'ailleurs les formes numériques se classent aisément sous des formes plus générales, on atteint une plus grande systématisation du savoir.

2° Même pour les sciences qui ne sont pas purement qualitatives, il n'en est aucune pour laquelle une mathématisation totale soit possible. La géométrie analytique en donne une preuve convaincante : tous les éléments géométriques, points, lignes, etc., trouvent dans cette science un équivalent numérique ; il est clair cependant que les nombres en eux-mêmes n'enferment pas l'idée d'espace, que les notions de ligne, surface, etc., leur sont absolument étrangères. De plus certaines situations géométriques sont réfractaires à toute expression numérique. Sans parler des postulats, points de départ de la géométrie euclidienne : « D'une manière générale aucun procédé analytique ne nous permet de distinguer un trièdre droit d'un trièdre gauche; le seul moyen est de les montrer, c'est-à-dire d'avoir recours à l'intuition visuelle de l'espace à laquelle doit s'ajouter la distinction naturelle que nous sommes habitués à faire dès notre enfance entre la main droite et la main gauche »[1]. Les mathématiciens eux-mêmes savent combien, même lorsqu'il s'agit de pure analyse, les considérations géométriques peuvent rendre service[2]. A plus forte raison les remarques précédentes sont valables pour des sciences telles que la physique, la chimie et les autres.

3° Enfin le nombre-mesure ne peut aucunement s'introduire comme partie intégrante dans les *sciences purement qualitatives;* il n'a en effet aucune prise sur la qualité elle-même. Pour mesurer une grandeur qualitative à l'aide d'une grandeur de même espèce, il faudrait définir ce qu'est la somme de deux grandeurs de cette espèce, ce qui est intrinsèquement impossible, et n'a aucun sens, lorsqu'il s'agit de qualités. Une telle grandeur n'est pas plus mesurable à l'aide d'une autre espèce de grandeur à laquelle elle serait proportionnelle, comme par exemple l'angle au centre peut être mesuré par

1. E. Borel, *L'espace et le temps*, Alcan, 1922, p. 103.
2. G. Darboux, *Éloges académiques et discours*, 1912, p. 453.

l'arc intercepté; car une condition nécessaire de la proportionnalité de deux grandeurs est que l'on puisse comparer les sommes de deux valeurs de ces grandeurs : or la somme de deux qualités n'a pas de sens.

E. Meyerson développe l'objection contre les sciences purement qualitatives : « La science par un postulat, implicite sans doute, mais tout à fait fondamental, a fait son lit, en abandonnant sans retour possible la qualité pour la quantité »[1]. Comment constituer une science avec des qualités? Distinctes, elles ne peuvent être assimilées : entre deux qualités différentes existera toujours un fossé que rien ne saura combler.

Comme le dit la scolastique : « A facto ad posse valet illatio ». Il existe une science qualitative répondant parfaitement à toutes les conditions d'une science positive. La psychologie expérimentale est la science des faits de connaissance et des tendances, états affectifs, désirs incorporés à leur dynamisme. Or ces faits considérés en eux-mêmes sont éminemment qualitatifs et ne sont pas mesurables; par ailleurs il existe entre eux des lois qualitatives, expérimentalement établies, reliant antécédents et conséquents; citons par exemple les lois qui lient le présenté au représenté, la loi de rédintégration, les lois d'évolution des tendances acquises. Ces lois d'une très grande précision, isolées des lois psychophysiologiques et psychophysiques, couvrent un domaine étendu et commandent de multiples applications; nombreuses sont les théories proposées pour les unifier en un seul corps[2]. On est donc bien en présence d'une science positive. Cette objection que deux qualités sont toujours séparées par un fossé infranchissable prouve seulement qu'on ne peut trouver entre elles l'identité de deux quantités, mais non qu'entre deux différentes tendances par exemple il ne peut y avoir un aspect commun et que cet aspect ne soit pas lié par des relations de conséquent à antécédent avec l'aspect « connaissances sensibles ». Entre ces différents aspects les lois obtenues sont particulièrement rigoureuses et précises en raison même de l'indivisibilité des qualités.

1. *Loc. supra cit.*, p. 324.
2. G. F. Stout, *Analytic psychology*. Mcmillan, 1908, t. 1, p. 4.

CHAPITRE V

LES LIMITES DE LA SCIENCE POSITIVE.

22. Le domaine positif est limité. — 23. Les faits moraux. — 24. Les faits religieux. — 25. L'éducation. — 26. La métapsychique. — 27. L'histoire est-elle une science positive?

22. Quelques rares savants soutiennent encore qu'en droit il n'y a aucune limite au domaine positif; entre autres le grand statisticien Karl Pearson : « Si j'ai correctement exposé la cause de la science, le lecteur aura reconnu que la science moderne demande plus que la paisible possession de ce que le théologien et le métaphysicien se plaisent à appeler son domaine légitime. Elle demande que l'ensemble des phénomènes mentaux aussi bien que physiques, que l'univers entier soit son domaine. Elle affirme que la méthode scientifique est la seule entrée dans le champ entier de la connaissance... La science ne peut pas accepter que le développement de l'homme soit encore arrêté chaque jour par les barrières que le dogme et les mythes élèvent autour du territoire qu'elle n'a point encore occupé de façon effective »[1]. Mais de plus en plus nombreux sont les savants qui déclarent que la nature même de la science positive est d'avoir des limites : « La substance, l'identité absolue des choses, leurs causes premières sont inaccessibles à la science. Elle ne peut s'attaquer qu'aux rapports, au mécanisme relatif, aux antécédents immédiats, elle est donc doublement relative : non seulement elle n'apporte que les rapports des choses entre elles, mais elle ne peut assigner que les rapports de ces rapports eux-mêmes avec l'homme »[2]. Pour ne pas entrer sur le terrain philosophique que n'aborde pas cette étude, disons que la science positive n'atteint aucune des causes extrinsèques ou intrinsèques au sens métaphysique de ces mots, mais seulement des antécédents, des

1. *La grammaire de la science. La physique.* Trad. franç., Alcan, 1912, p. 31.
2. Lamouche, *La méthode des sciences pures et appliquées*, p. 246.

conséquents, des concomitants, et nullement encore en tant qu'ils pourraient être raisons suffisantes de l'être du fait.

On cherche très activement à introduire dans la science l'étude des phénomènes moraux, religieux, à couvrir le domaine de l'éducation par un ensemble de lois positives. Evidemment la science peut observer des faits qui sont moraux, religieux, pédagogiques, mais la question est de savoir si elle atteint vraiment en eux le facteur qui est moral, religieux, pédagogique, ou si son intervention ne se borne pas à établir des lois psychologiques ou psychophysiologiques dont la connaissance sera utile au moraliste, à l'auteur ascétique, à l'éducateur, sans ajouter la moindre loi à la religion, à la morale, à la partie intrinsèque de l'éducation.

23. La réfutation de la *morale positive* est donnée dans les cours d'Éthique. Voici comment notre grand savant H. Poincaré expose et réfute la position scientiste en cette matière :

« Dans la dernière moitié du XIXe siècle on a bien souvent rêvé de créer une morale scientifique. On ne se contentait pas de vanter la vertu éducative de la science, les avantages que l'âme humaine retire pour son propre perfectionnement du commerce de la vérité regardée face à face. On comptait que la science mettrait les vérités morales au dessus de toute contestation, comme pour les théorèmes de mathématiques et les lois énoncées par les physiciens... Il ne peut pas y avoir de morale scientifique... Et la raison en est simple; c'est une raison, comment dirai-je? purement grammaticale. Si les prémisses d'un syllogisme sont toutes deux à l'indicatif, la conclusion sera également à l'indicatif. Pour que la conclusion pût être mise à l'impératif, il faudrait que l'une des prémisses du moins fût elle-même à l'impératif. Or les principes de la science, les postulats de la géométrie sont et ne peuvent être qu'à l'indicatif; c'est encore à ce même mode que sont les vérités expérimentales, et à la base des sciences, il n'y a, il ne peut y avoir rien autre chose. Dès lors, le dialecticien le plus subtil peut jongler avec ces principes comme il voudra, les combiner, les échafauder les uns sur les autres, tout ce qu'il en tirera sera à l'indicatif. Il n'obtiendra jamais une proposition qui dira : fais ceci ou ne fais pas cela; c'est-à-dire une proposition qui

confirme ou qui contredise la morale »[1]. Les études positives ne peuvent donc être que des travaux scientifiques autour de la morale; ils ne sauraient atteindre l'aspect qui lui est propre et la sépare des parties observables de la réalité.

24. *Le fait religieux,* au sens vrai et complet que lui donne l'Eglise catholique est de par sa nature entièrement au-dessus du domaine positif. C'est ce qu'enseigne l'encyclique sur l'éducation chrétienne du 31 décembre 1929 : « Mais voici encore plus grave : la prétention fausse, irrespectueuse et dangereuse autant que vaine, de vouloir soumettre à des recherches, à des expériences, à des jugements d'ordre naturel et profane, des faits d'ordre surnaturel concernant l'éducation, par exemple la vocation sacerdotale ou religieuse et en général toutes les opérations mystérieuses de la grâce »[2].

Si l'on se borne même au sens très incomplet du mot « religion » adopté communément par ceux qui en abordent l'étude positive : « Système individuel de sentiments, de croyances et d'actions habituelles ayant Dieu pour objet »[3], la même remarque est à faire que pour les recherches positives sur la morale; on obtient parfois de très intéressantes observations sur ce qui est autour du fait religieux, mais pour un motif ou pour un autre, on n'affirme avoir parlé vraiment de fait religieux que par une violation manifeste des lois de la méthodologie. Indiquons seulement l'une ou l'autre de ces vaines tentatives :

Les études de W. James sur l'expérience religieuse ont été certainement entreprises avec de très louables intentions et exprimées par un écrivain de grand talent. Mais quel est en réalité l'aspect de l'observation, objet des expériences? Le divin répond W. James. Et qu'est-ce que le divin? L'auteur donne une définition des plus vagues et dès lors est mise en défaut une des règles les plus essentielles de toute théorie positive : préciser exactement les faits qu'elle vise à systématiser[4]. Cf. supra, ch. III.

Les nombreuses observations positives sur les *faits mys-*

1. H. Poincaré, *Dernières pensées*, ch. viii. La morale et la science, p. 223-225.
2. Edit. de la Bonne Presse, p. 406.
3. *Vocabulaire technique et critique de la philosophie.*
4. W. James, *Expérience religieuse*, trad. franç., Alcan, 1908, sp. pp. 27-35.

tiques ont-elles respecté les règles de la méthodologie scientifique?

Les psychologues ont vu dans cet ordre de faits comme un grossissement du fait religieux rendant l'observation plus aisée et ils ont en général insisté particulièrement sur les cas d'extase; Boutroux la considérait comme le phénomène essentiel du mysticisme.

Pour savoir ce qu'est l'extase des mystiques, puisqu'il s'agit ici de science positive basée sur l'observation des faits, il faut s'en rapporter à ceux qui l'ont expérimentée. Le *Dictionnaire apologétique de la foi catholique* résume ainsi leurs témoignages : « Les mystiques entendent par extase un état qui, non seulement à son début, mais pendant toute sa durée, renferme deux éléments essentiels : le premier, intérieur et invisible, est un état intense d'attention à Dieu ou à quelqu'autre objet religieux; le second corporel et visible, est l'aliénation des sens... D'après les témoignages unanimes des extatiques, l'intelligence s'agrandit pendant l'extase. Toutefois ils sont impuissants à expliquer en détail ce qu'ils ont vu... Ce qui fait la valeur des extases des saints, ce qui en établit l'origine divine et la transcendance, c'est l'extrême élévation des connaissances intellectuelles avec les actes héroïques de vertus que pratiquent ces âmes »[1]. Voici donc le fait à observer scientifiquement au sujet duquel le savant pourrait prétendre trouver dans son domaine une hypothèse explicative.

Une de ces hypothèses a son point de départ dans une théorie générale psychologique incomplète, celle du *behaviorism*, qui n'examine dans les faits psychologiques que les attitudes extérieures et les sentiments intérieurs auxquels ils sont liés. On est ainsi facilement conduit à établir une sorte de parallélisme entre les états mystiques d'une sainte Thérèse et les crises extatiques de névrosées de la Salpêtrière[2]. On voit que le point précis qui, au témoignage de tous les grands mystiques, est caractéristique essentielle de l'extase a été systématiquement écarté et que l'on s'est arrêté seulement à quelques grossières analogies entre les comportements extérieurs. Il y a donc faute de méthodologie, si l'on a la prétention d'étudier ainsi les

1. A. Poulain, Art. « Extase ».
2. P. Janet, *De l'angoisse à l'extase*. Alcan, 1928. Sp. t. I, pp. 44-173.

faits mystiques, non seulement parce que le *behaviorism* est une théorie psychologique trop étroite, mais encore parce que pour ramener les faits extatiques sous cette systématisation du comportement extérieur, on leur enlève ce qui constitue en propre leur aspect individuel.

Henri DELACROIX, le distingué professeur de la Sorbonne, a négligé avec raison ces manifestations du comportement extérieur et a cherché dans l'état des connaissances la note essentielle au fait mystique. Il reconnaît bien l'élévation des connaissances des extatiques, mais faute de noter le caractère inaccessible de la sphère qu'elles atteignent, insistant surtout sur la soudaineté avec laquelle ces révélations illuminent la conscience, il croit pouvoir proposer comme hypothèse la théorie de la *subconscience*, valable en effet pour rendre compte de certaines illuminations du génie, qui apparaissent à ceux qui les éprouvent subitement et comme venant du dehors[1]. Là encore le point essentiel de l'état extatique est omis : l'agrandissement de l'intelligence, l'impossibilité pour le vrai mystique de reconstituer ensuite la genèse de ses révélations et même d'en bien rendre compte par le langage humain, ce qui met une différence absolue avec toutes les inspirations les plus géniales.

25. Au premier abord la science positive semble apporter de bonnes raisons pour enserrer dans son domaine la science de *l'éducation* sinon en totalité, du moins en notable partie.

D'innombrables expériences de psychologie, de didactique, d'anthropologie ont fixé des lois sur la meilleure manière de faire progresser l'intelligence, le caractère, le corps de l'enfant. Or l'éducation est précisément la science de former l'enfant, de l'élever à toute la perfection humaine.

Assurément, l'éducation est la science ou l'art d'élever l'enfant, de le former, mais non de l'élever à une perfection quelconque, de le développer selon la poussée de la nature laissée à elle-même. Il est un idéal que doit viser l'éducateur, une forme déterminée qu'il doit travailler à introduire. Or

1. H. DELACOIX, *Études d'histoire et de psychologie du mysticisme*, Alcan, 1908; *La religion et la foi*. Alcan, 1922; *Les états mystiques de Sainte Thérèse*, « Soc. franc. de philosophie », 26 oct. 1905.

cette forme et cet idéal ne se trouvent pas au moyen de recherches positives, mais sont fixés par la morale et la religion : là encore il s'agit non de constater ce qui est, travail positif, ni même de savoir ce que devient l'enfant, mais de procurer ce qu'il *doit* devenir. Il y aurait donc à reprendre le raisonnement donné à propos des faits moraux. Les propositions de la science positive disent ce qu'est l'enfant, ce que devient son évolution naturelle, aucune ne porte sur ce qu'il doit devenir et c'est ce « doit » qui constitue l'aspect propre des faits éducatifs.

Bien entendu il faut reconnaître que les sciences positives apportent un concours très efficace à l'éducateur : parents et maîtres auraient grand tort de s'en passer : mais les études positives éclairent seulement la matière sur laquelle doit s'exercer l'éducation, les circonstances, les concomitants de l'action éducatrice, sans projeter aucune clarté sur l'éducation comme telle.

Toute proportion gardée, il faut donner des conclusions semblables pour ce qui est de la contribution positive aux *sciences sociales*. Là aussi très particulièrement les expériences positives éclairent puissamment ce qui est l'alentour du fait social, mais le facteur formellement social est à poursuivre par d'autres voies.

26. Le grand physiologiste Ch. Richet pose dans l'Introduction à son *Traité de Métapsychique* les assertions suivantes : « La science, la sévère et inexorable science » doit accueillir les faits suivants : « la cryptesthésie, c'est-à-dire une faculté de connaissance qui est différente des facultés de connaissance sensorielle normale, — la télékinésie, c'est-à-dire une action mécanique différente des forces mécaniques connues, qui s'exerce à distance dans des conditions déterminées sur des objets et des personnes »[1].

On objecte en conséquence : il ne faut pas se hâter d'assigner des limites au domaine positif; si l'on peut atteindre de tels faits, pourquoi ne pourrait-on toucher dans l'avenir par la science positive à ceux qui semblent jusqu'ici hors d'atteinte?

Certes, il faut le déclarer hautement, l'histoire de la science

1. Alcan, 1922, p. 11.

le prouve, nous ne connaissons pas toutes les richesses du domaine positif et son exploration a manifesté des horizons que l'on n'avait pas entrevus; mais il serait très illogique d'en conclure que nous ne pouvons préciser certaines limites que la découverte positive ne franchira jamais. D'ailleurs en supposant le bien fondé de tous les faits apportés par Richet dans son volumineux ouvrage, ils ne présentent rien qui se dérobe nécessairement à l'observation positive comme c'était le cas pour les faits moraux, religieux, éducatifs. A Paris, je sais actuellement ce que mon ami pense au même moment à Chicago : on peut parfaitement constater par l'observation les deux éléments du fait qui serait objet de la science télépathique, ce que je pense à Paris, ce que mon ami a pensé au même moment à Chicago; ce qui sort de l'observation n'est pas le fait, mais l'interprétation que j'en donne, la théorie selon laquelle je veux le systématiser avec d'autres faits du même ordre. Au contraire pour la morale, la religion, l'éducation, c'est le fait lui-même qui est réfractaire à toute observation positive.

27. *L'histoire* est définie « la connaissance des différents états réalisés successivement dans le passé par un objet quelconque de connaissance : peuple, science, espèces, etc. »[1]. Une semblable connaissance entre-t-elle dans la sphère des sciences positives ?

1° A part les sciences exactes, il n'en est pas une qui n'ait besoin de recourir à l'histoire, d'une manière très sensible la biologie, plus manifestement encore toutes les disciplines qui se rapportent à la conduite humaine; les faits passés, lorsque leur exactitude est certaine, constituent des données d'observation au même titre que les faits actuels.

2° L'histoire utilise bien des lois positives, par exemple celles de la statistique, de la psychologie collective, de la psychologie individuelle.

3° Cependant l'histoire n'est pas au sens strict une des sciences positives. Celles-ci en effet établissent entre les faits d'observation des lois d'antécédent à conséquent, de coexistence et de succession, lois invariables, valables pour l'avenir en vertu du déterminisme de la nature. Or l'histoire parle de

1. *Vocabulaire technique et critique de la philosophie.*

l'individuel, ses relations sont passées et ne se réalisent pas dans l'avenir.

Il y a sans doute un effort pour obtenir des lois historiques devant régler l'avenir de l'humanité : « Tout en se rendant compte que la notion de loi en ce qu'elle comporte d'abstrait, de général et d'invariable, n'a pas son application dans une science qui n'étudie que des phénomènes de succession, toujours dissemblables entre eux par quelque côté,... on peut tenter de déterminer les tendances générales qui permettent de discerner le but auquel tend ce développement ». Par exemple la loi d'évolution d'H. Spencer, la loi des trois états d'A. Comte. « Tous ces efforts pour embrasser dans des formules générales l'ensemble de l'histoire nous paraissent aujourd'hui sinon tout à fait chimériques... du moins flottants et vagues »[1]. Sans doute il y a une philosophie de l'histoire qui « s'occupe de déterminer par une étude comparative quels éléments permanents, quelles forces toujours agissantes, matérielles ou spirituelles, constituent la vie des sociétés humaines... non pour abstraire ce qu'il y a d'universel et de permanent, mais pour mettre en lumière les caractères significatifs d'une époque, d'un peuple »[2]. Mais, même dans ces résultats obtenus sous le nom de philosophie de l'histoire, il semble bien qu'il faille se refuser à reconnaître ce que la science positive appelle des lois. Comme le remarque H. Sée après un examen très serré, il n'y a pas la formule stricte liant l'antécédent au conséquent, valable pour les faits semblables dans l'avenir, car toute prévision est impossible[3]. Si dans les événements nous cherchons tous plus ou moins à déterminer ce qui en résultera dans l'avenir, c'est bien que nous supposons une certaine loi reliant l'antécédent au conséquent, mais cette relation est incertaine, imprécise et encore notre conclusion se fera en vertu de la psychologie collective plutôt que de l'histoire.

Enfin il y a aussi dans l'histoire une large part faite aux interprétations causales ; on estimera que tel traité s'est conclu par l'influence de tel diplomate, etc. Or en cela on est en dehors, si l'on veut au dessus, du domaine positif.

1. G. Monod, *Histoire,* « De la méthode dans les sciences », t. 1, p. 351.
2. *Op. cit.*, p. 257.
3. *La science et la philosophie de l'histoire.* Alcan, 1928, première partie, ch. v.

CHAPITRE VI

CLASSIFICATION DES SCIENCES.

28. L'utilité d'une classification des sciences. — 29. Les deux classes : faits de connaissance, faits connus. — 30. Faits connus : sciences abstraites. — 31. Faits connus : sciences expérimentales. — 32. Sciences des faits de connaissance.

28. La science positive est toujours sollicitée à agir conformément à la norme cosmique d'unité qu'implicitement ou explicitement elle affirme exister entre les faits de son domaine (n° 13). Elle travaille à réaliser cette unité non seulement dans la sphère de chaque science particulière, mais aussi dans l'ensemble des sciences, de manière que le savoir positif ne soit pas un agrégat confus de connaissances, mais un tout harmonieusement organisé.

Nous avons déjà dit que l'on ne pouvait réaliser cette unité en ramenant toutes les sciences à une seule (n° 19); mais ne pourrait-on trouver une loi suprême régissant toutes les branches scientifiques?

Herbert Spencer, mettant à part les sciences abstraites (mathématiques, géométrie, cinématique) a pensé pouvoir poser l'existence d'une loi supérieure dont toutes les lois positives, en tous les ordres, seraient des réalisations partielles : la célèbre *loi d'évolution spencérienne*. Tous les faits objectifs positifs et leurs relations sont la traduction d'un passage de l'homogène à l'hétérogène avec intégration d'énergie et dissipation de mouvement[1]. Mais il suffit de parcourir le livre de Spencer pour constater que les mots « énergie, homogène, hétérogène, intégration et dissipation de mouvement » sont employés dans des sens très divers pour les différents ordres de faits, sens entre lesquels existe seulement une assez vague analogie, par exemple lorsqu'il s'agit du système solaire en évolution, des progrès

1. *Premiers principes*, ch. VII.

de l'intelligence enfantine, des changements de gouvernement.

Malgré ses manifestes abus de mots, la loi d'évolution spencérienne continue à exercer une influence notable sur la mentalité positiviste. Cependant tous ceux qui étudient de plus près la nature de la science positive reconnaissent que le rêve d'une loi unique est dissipé aussi bien que celui de la Science unique.

Ce que la science exige en retour, c'est la tendance à faire resplendir l'ordre dans son domaine et par suite, à travers toutes les vicissitudes de son évolution, elle s'organise en un système : « La science est une et concrète malgré la diversité des ouvriers qui l'ont construite. Ce n'est point en effet la pensée d'un esprit qui s'ajoute à la pensée d'autres esprits ; c'est ce qu'il y a de vrai dans une conception qui s'ajoute à ce qu'il y a de vrai dans d'autres conceptions. Les personnalités s'effacent devant l'œuvre impersonnelle. La science s'organise donc et se classifie toute seule à mesure qu'elle se fait »[1]. Ces remarques font en même temps toucher du doigt l'impossibilité d'établir entre les sciences une classification définitive. Bien des aspects du réel n'ont pas encore leur science faite, quelques-uns même ne sont pas encore soupçonnés. Il y a donc actuellement des places vides dans l'organisation objective que l'on recherche ; ces facteurs inconnus de l'organisation peuvent être parmi les plus importants; d'ailleurs toute science nouvelle en suscite beaucoup d'autres en raison des rapports de l'aspect nouveau qu'elle considère avec les autres aspects de la réalité.

On peut cependant indiquer des lignes générales selon lesquelles les sciences se systématisent actuellement et qui subsisteront dans l'édifice malgré toutes ses modifications à venir en étendue et complexité.

29. *Il y a deux classes de sciences : la science des faits de connaissance et celle des faits connus.*

Le point de départ des sciences positives est le fait, c'est-à-dire ce qui arrive en tant qu'on le tient pour donnée sûre de notre expérience (n° 6). Or en toute observation deux aspects s'accompagnent nécessairement, le fait de connaître et ce qui

1. E. Goblot, *Essai sur la classification des sciences*. Colin, 1890, p. 11.

est connu. D'où en droit, et actuellement en fait, deux classes de sciences positives, celle des faits de connaissance et celle des faits connus, classes nécessairement distinctes, car aucun élément de l'une d'elles ne peut appartenir à l'une des sciences de l'autre.

Cette classe des sciences des faits de connaissance n'existe comme science positive que depuis l'introduction de la *psychologie expérimentale*, vers 1880. Celle-ci rencontre encore quelques irréductibles adversaires, mais elle a conquis sa place, et dans un sens la première, parmi les sciences positives. Comment répondre aux raisons manifestes qui justifient son existence? « Even if material agency were the only real condition of mental occurrences, it would not follow that all psychological explanation must be physiological. If certain uniformities can be observed or inferred in the course of mental events themselves, there is no valid reason why we should not investigate them for their own sake, even though their real ground could remain for ever hidden. Uniformities of coexistence and sequence on the physiological side may find an expression more or less complete on the mental side also; and may therefore be independently studied from this side. Nay, they not only may, but they must so be studied, if they are to be investigated at all »[1]. Cette thèse de l'indépendance absolue des sciences de faits de connaissance était vivement contestée à l'époque où le directeur du *Mind* la soutenait, il y a vingt-cinq ans. Elle s'impose actuellement à l'ensemble des savants.

30. *Dans la classe des faits connus, on distingue deux ordres de sciences : les sciences abstraites et les sciences strictement expérimentales.*

1° Les sciences abstraites, formées à l'occasion de l'expérience ou même établies par induction, se sont mises au dessus de toute vérification expérimentale et prennent leur point de départ dans des principes à partir desquels elles se développent déductivement. Elles présentent aux autres sciences du connu un barême de formes abstraites dans lesquelles peuvent s'incorporer les différentes lois et introduisent ainsi

1. G. F. Stout; *Analytic psychology*. T. 1, p. 4.

l'exactitude de la mesure dans les branches qui en sont susceptibles.

2° Les sciences qui continuent à se constituer et se développer en suivant strictement les étapes d'une science qui se fait : observation des faits, hypothèse, vérification, lois, principes, théories, conformément aux normes cosmiques. Ce sont les sciences strictement expérimentales.

Dans le premier ordre, il y a lieu de séparer deux groupes :

a) La *science des nombres*, *la géométrie*, toutes deux absolument indépendantes des autres sciences. Elles ne dépendent pas dans leur établissement du déterminisme des lois naturelles et se développent uniquement par déduction. Seules entre toutes, elles ont un objet directement mesurable et toutes les autres doivent recourir à leur intermédiaire pour introduire la mesure dans leur domaine. Ces sciences subsistent donc en elles-mêmes avec une indépendance absolue, ne sont pas modifiables et sont assurées d'une durée illimitée ; des introductions comme celles de la géométrie analytique, de la géométrie non euclidienne, du calcul infinitésimal, de la théorie des fonctions, ne les détruisent ni ne les changent, mais attestent leur vitalité et en sont des efflorescences.

b) Le second groupe introduit les notions de temps, de force et de masse. Ces sciences ne se déduisent donc pas immédiatement de la science des nombres et de la géométrie et s'appuient sur le déterminisme des lois naturelles. Telles qu'elles sont actuellement constituées sous les noms de *cinématique* et *dynamique*, elles supposent un certain nombre de principes, en particulier le principe d'inertie. Sous la forme qu'elles possèdent à un moment de leur évolution, elles n'ont donc pas l'invariabilité des sciences du premier groupe ; seulement, d'après ce qui été dit (n° 12) sur l'invariabilité des principes, elles sauront toujours s'entourer de quelques principes placés au-dessus de l'expérience pour permettre aux autres sciences du connu d'introduire en elles autant que possible les formes mathématiques et la mesure.

La *statistique* avec la science des *probabilités* doit-elle être considérée comme une troisième science de ce groupe ? Elle ne fait pas partie du premier groupe, car les lois de la statistique supposent le déterminisme de la nature. Par ailleurs

elle a ses lois, ses méthodes, fournit des cadres numériques aux autres sciences ; il semble donc qu'on ne puisse lui refuser la dignité scientifique[1].

31. Dans le deuxième ordre des sciences du connu, strictement expérimentales, deux groupes se distinguent : les *sciences cosmologiques* ou physicochimiques, les *sciences biologiques*.

Les sciences du premier groupe ont l'ensemble de leurs faits et de leurs lois réglé par la cinématique et la dynamique ; les sciences biologiques au contraire, si elles se rattachent aux sciences du premier groupe quant à leurs éléments et leurs produits, « quoad id quod agitur », disaient très bien les scolastiques, en diffèrent totalement quant à leur fonctionnement, « quoad modum agendi » ; elles fonctionnent, comme l'a si bien démontré Driesch, à la manière de systèmes complexes, harmoniques, équipotentiels, à finalité dynamique[2]. Elles ne forment cependant pas une classe à part comme les sciences des faits de connaissance, puisque toute une partie de leur domaine « quoad id quod agitur » est en plein contact avec les sciences physicochimiques. Ces sciences biologiques ont de nombreux rameaux : anatomie, botanique, zoologie, paléontologie, sciences médicales, etc.

Les sciences physicochimiques se groupent autour de la *physique* et de la *chimie*. La première étudie les propriétés communes aux êtres matériels inorganiques, la seconde a pour objet la manière dont se transforment et se distinguent les espèces du monde inorganique. Autour d'elles de nombreuses sciences étudient la distribution des phénomènes physiques dans l'espace et le temps : cosmographie, hydrographie, météorologie, etc. ; d'autres sous la dépendance de la mécanique générale, règlent certains aspects du réel ; quelques-unes ont presque atteint la perfection de sciences déductives, comme l'astronomie, l'hydraulique ; enfin les innombrables sciences appliquées à la technique, comme l'architecture, la métallurgie, etc.

32. Les *sciences des faits de connaissance* sont dans leur

1. Cf. Borel, *Le hasard*. Alcan, 1914, p. 111. — H. Poincaré, *Science et hypothèse*, p. 243. — March, *La statistique*. « De la méthode dans les sciences », t. 2, p. 363.
2. H. Driesch, *Der Vitalismus. Philosophie der Organismen.*

ensemble dominées par la *psychologie expérimentale*. Comme il a été dit, celle-ci se sépare complètement des sciences du connu ; elle a même une méthode qui lui est exclusive, l'introspection.

Malgré sa jeunesse relative, elle se subdivise en plusieurs rameaux et dirige de nombreuses sciences appliquées. C'est ainsi qu'on a séparé la psychologie animale, ou psychologie comparée qui étudie les faits de connaissance chez la bête par analogie avec ceux de l'homme.

A côté de la psychologie générale, on place la psychologie individuelle qui étudie les faits psychologiques en tant qu'ils forment certains groupements, certains types ; puis aussi la psychologie collective, soit générale, soit particulière, qui étudie les faits psychologiques en tant qu'ils sont caractéristiques d'une collection d'individus humains : psychologie des foules, des races, des peuples, etc. La psychologie des anormaux tend de plus en plus à se séparer de la psychologie normale.

Parmi les sciences psychologiques appliquées, nommons la psychologie pédagogique, la psychologie judiciaire, la psychologie du témoignage, la psychologie médicale, la psychotechnique. La psychanalyse peut en un sens légitime constituer une science spéciale étudiant les lois de l'inconscient psychologique.

Les sciences des faits de connaissance, tout en étant par l'objet et la méthode entièrement séparées des autres, ne sont pas sans entretenir des rapports avec les sciences du connu : dans les conditions préparatoires à leur exercice, dans les conséquences motrices, etc., on établit des lois de coexistence et de succession qui forment l'objet de la psychophysique et de la psychophysiologie.

La psychologie expérimentale rend les plus grands services à la science positive en général dans le parcours des étapes objectives, en particulier en signalant les sources d'erreurs et d'illusions dans les observations, les préjugés qui peuvent fausser les jugements sur les faits en vertu d'influences subconscientes. Enfin, elle rend compte en partie du côté positif des démarches subjectives de l'esprit du savant dans le parcours des étapes objectives.

DEUXIÈME PARTIE

DÉMARCHES SUBJECTIVES

CHAPITRE VII

MÉTHODES D'ÉTUDE.

33. Il s'agit dans ce chapitre de déterminer les démarches de la pensée dans le travail strictement scientifique, tout particulièrement dans son point essentiel, la découverte de l'hypothèse conjecturale.

Quelques-uns ont pensé que ces démarches étaient tout indiquées par la *méthode baconienne* sans qu'il soit besoin de rien ajouter. Ne donne-t-elle pas des règles précises pour diriger les expériences, les faire varier, s'assurer de leur valeur, contrôler les résultats entre eux, éviter les erreurs? Le célèbre humaniste F. C. S. Schiller fait remarquer avec raison que ces affirmations méconnaissent le véritable état de la question. Il déclare que la place importante donnée à la logique pour la découverte scientifique a été un grand obstacle au progrès des sciences. Il en profite sans doute pour plaider la cause du pragmatisme, mais en ce qui concerne la méthodologie de la découverte, ses raisons semblent convaincantes [1].

L'étape importante, décisive, dans la découverte est celle de l'*hypothèse conjecturale;* or, pour la franchir, il est impossible de prendre pour guide la logique formelle. Celle-ci en effet ne considère pas des connaissances qu'il s'agit d'acquérir, mais établit le bien fondé ou l'erreur d'une proposition dont l'énoncé existe; le savant au contraire ignore l'hypothèse à faire, il ne peut donc pas la contrôler, il doit la trouver.

1. *Scientific discovery and logical proof,* in Singer, *Studies on the history and method of sciences.* Oxford, 1919, p. 235 et sq.

« Kepler, le plus grand peut-être de tous les inventeurs, se compare à un homme qui tâtonne péniblement à travers les ténèbres et palpe les murs dans l'obscurité pour atteindre la porte brillante de la vérité »[1]. La plupart des inventeurs, nous le verrons, vont jusqu'à attribuer leurs découvertes au hasard, exagération sans doute, mais preuve du moins que pour eux elles n'ont pas eu lieu par l'application consciente des règles de la logique formelle. Celle-ci traite de la vérité d'une formule acquise et non de l'acquisition d'une formule inconnue. Dans la vérification de l'hypothèse, dans la lutte contre les erreurs, les règles baconiennes pourront parfois intervenir avec fruit, mais pour découvrir, il faut s'adresser ailleurs.

34. La psychologie expérimentale a tenté d'aborder l'étude des démarches de l'esprit du savant par des expérimentations directes, enquêtes ou interrogatoires.

1° La célèbre *enquête de Laisant et Fehr sur le travail des mathématiciens* a été élaborée à Genève avec le concours des professeurs Claparède et Flournoy. « Le but de l'enquête a été de consulter les mathématiciens sur des questions relatives à leur mode de travail et de dégager de l'ensemble des réponses un certain nombre de renseignements... Il est certain que la manière dont l'ensemble des mathématiciens travaille a le plus grand intérêt »[2]. 21 questions étaient d'ordre psychologique, 7 se rapportaient au mode de vie; quelques-unes des questions de la première série avaient une grande portée, par exemple : « Estimez-vous que vos principales découvertes aient été le résultat d'un travail voulu, dirigé dans un sens précis, ou bien se soient présentées à votre esprit spontanément pour ainsi dire? » Il y eut une centaine de réponses. Les meilleurs juges en la matière ont en général porté un jugement favorable sur cette enquête. « Les questions étaient intelligemment posées; la façon dont les réponses sont classées, résumées, discutées, manifeste une fois de plus chez les auteurs de l'enquête cette compétence, cette parfaite conscience, cette prudence et cette acuité dans la critique que leurs travaux antérieurs avaient

1. C. A. Valson, *Les savants du XVIe et du XVIIe siècle*. Palmé, 1880, t. I, p. 98.

2. *Enquête sur la méthode de travail des mathématiciens*, in « Archives de psychologie », 1905, p. 86 sq.

déjà permis d'apprécier »[1]. Mais J. Tannery dans le reste de son appréciation fait bien comprendre qu'il ne faut pas attacher une importance exagérée à une telle source d'informations. Citons aussi H. Poincaré : « Je me bornerai à dire que la majorité des témoignages confirmaient mes conclusions »[2].

Une enquête psychologique peut donner des résultats rigoureux sur un point restreint, précisé nettement dans des questions compréhensibles en un seul sens et susceptibles de recevoir des réponses claires. Or ici la question est exceptionnellement complexe et intéresse, parfois d'une manière mystérieuse, toutes les activités de l'esprit. L'enquête ne suffit donc pas à traiter cette matière, bien que dans le cas actuel les réponses données suggèrent plusieurs conséquences utiles, en particulier sur le travail subconscient.

Les *expériences de Claparède sur la découverte de l'hypothèse* serrent de plus près la question de la méthodologie scientifique : cette découverte est en effet la démarche la plus importante de l'esprit du savant. Ces expériences poursuivies au laboratoire de Genève de 1916 à 1932 ont été présentées à la Société française de psychologie. Le procédé employé avait été la méthode des tests doublée d'interrogatoires. La nature de l'hypothèse scientifique et son importance avaient été bien comprises : « Lorsque nous cherchons à résoudre une situation nouvelle, nous nous posons une question, cette question suscite une hypothèse et nous nous efforçons de vérifier cette hypothèse. — Le but que nous nous proposions était de découvrir ce qui détermine l'apparition de l'hypothèse ». Notons parmi les conclusions la suivante : « D'une façon générale les sentiments vagues, sentiments intellectuels de convenance, de symétrie logique, d'opposition ou de contraste, jouent un assez grand rôle dans l'orientation que prend la recherche de l'hypothèse. Mais au total, la part du hasard s'est montrée considérable. J'appelle « hasard » l'évocation d'idées dépendant de circonstances individuelles qu'il est impossible de déterminer elles-mêmes et de prévoir; hasard, tout ce qui dépend de la constellation d'idées d'un individu à un moment donné. Ce grand rôle du hasard s'aperçoit clairement si l'on compare les

1. J. TANNERY, *Science et philosophie*. Alcan, 1912, p. 100 sq.
2. *Science et méthode*, p. 43.

réflexions si différentes de plusieurs sujets à l'occasion d'un même problème »[1]. Ces expériences serrent donc de beaucoup plus près, comme nous l'avons dit, le problème à étudier. Nous retrouvons cependant le même genre de desiderata : restreint à la découverte de l'hypothèse, le sujet reste encore trop complexe pour qu'une méthode de laboratoire, même très bien conduite, suffise à le traiter.

35. La question du travail de l'esprit scientifique est complexe et délicate, aussi convient-il d'utiliser toutes les sources possibles d'information.

Et d'abord la psychologie rationnelle : seule elle dira le dernier mot sur les rapports entre la pensée, la volonté, les connaissances sensibles, qui toutes interviennent activement.

Puis la psychologie expérimentale avec ses grandes lois sur les dynamismes conscients et subconscients, ses expériences plus spéciales sur les types de travail intellectuel.

Les témoignages des grands savants sur les procédés employés dans leurs travaux donnent une documentation de tout premier ordre, il suffira souvent de leur laisser la parole. Cette source est très différente en valeur de celle des enquêtes. L'expression de la pensée, laissée à elle-même sans la suggestion du questionnaire, livre mieux certains traits de grande importance.

Les résultats des expériences psychologiques ne laissent pas cependant, nous l'avons dit, de donner des renseignements précieux; il faut en dire autant des remarques faites par les professeurs de sciences sur la formation et le développement scientifique de leurs élèves.

Pour que la question soit mieux comprise, il importe de commencer par avoir une idée d'ensemble des démarches générales de l'esprit dans tout travail suivi, en particulier dans le travail scientifique.

1. *La découverte de l'hypothèse*, in « Journal de psychologie », 1932, p. 648 sq., p. 653.

CHAPITRE VIII

DÉMARCHES GÉNÉRALES.

36. Démarches de l'esprit dans tout travail intellectuel. — 37. Particularités du travail de la pensée pratique et de la pensée scientifique positive.

36. Lorsque l'esprit travaille sur un sujet déterminé, le cours de ses pensées semble à la fois à la merci d'influences aveugles et dirigé vers un but déterminé par une activité synthétique consciente d'elle-même. Si l'ensemble des idées présente une orientation logique vers l'élaboration du sujet, mille pensées surgissent dans le champ de la connaissance qui n'ont aucun rapport apparent avec la question en cause. De quelles influences dépend donc le cours complexe de nos pensées? La psychologie rationnelle et la psychologie expérimentale donnent la réponse suivante :

L'apparition d'une pensée dans l'esprit est due à l'influence d'une connaissance sensible. Par ailleurs trois influences seulement peuvent intervenir dans le cours de ces apparitions : la première intelligence qui tient sous sa dépendance toute connaissance créée, l'activité automatique de la connaissance sensible, l'esprit lui-même.

Écartons de cette étude positive l'influence de la première intelligence; elle doit à son infinie sagesse de respecter, sauf à titre exceptionnel, les lois naturelles des activités créées, puisqu'elle-même en a dressé le code. En règle ordinaire son influence se bornera donc à prêter à chaque activité le concours nécessaire.

L'influence des connaissances sensibles est indéniable, puisqu'elles fournissent les éléments de l'objet qui surgira dans l'esprit; il y a donc lieu d'examiner les conditions complexes de leur intervention.

Mais c'est l'esprit lui-même qui, par l'intervention des jugements et de la volonté, influera d'une manière prépondérante.

1° *Influence de la volonté et des jugements.* La volonté tend vers le bien présenté par l'intelligence; sous son influence le même esprit qui juge du bien ou du mal d'un objet s'incline vers lui ou s'en écarte. De belles expériences de psychologie expérimentale ont précisé la doctrine philosophique dans l'énoncé suivant : « Le résultat immédiat de l'action volontaire est le maintien sous le regard de la connaissance de l'objet du jugement qui présente le bien ». Si l'influence de la volonté ne maintenait pas ce jugement, le tourbillon toujours renouvelé de la vie sensitive aurait pour résultat de faire aussitôt surgir d'autres pensées, d'autres jugements, par suite de faire disparaître la présentation du bien, condition essentielle de l'exercice de la volonté.

Voici un exemple concret. J'ai à écrire une lettre dont dépend le succès d'une affaire importante. Lorsqu'un jugement se présente en rapport avec la question, la volonté le maintient sous le regard de la connaissance qui pèse sa valeur et veille, s'il convient, à ce qu'il soit exprimé le mieux possible. Que d'autres pensées surgissent sans utilité pour la question, la volonté les laissera passer et elles s'évanouiront au fil du courant sensitif.

Il s'opère ainsi un triage. Sans cesse la volonté intervient, maintenant tel jugement, n'arrêtant pas tel autre. Faute de cette action, le cours des pensées évoluerait de-ci de-là sans se diriger vers le but du travail; l'esprit serait comme une épave livrée à l'influence des souffles les plus opposés.

2° *Influence des connaissances sensibles.* Au début même de l'étude doit se rencontrer une connaissance sensible en rapport avec la question; sinon l'idée de faire le travail ne surgirait même pas. Autour de cette connaissance initiale se groupent les images suscitées en vertu des lois d'association; la loi de rédintégration, qui domine toute la partie statique de la psychologie expérimentale, se résume ainsi : notre passé psychologique tend à revivre et se reproduit de fait dans la mesure où cette tendance se compose avec les tendances du moment.

De ces connaissances sensibles passées dont les traces demeurent latentes dans la mémoire imaginative, distinguons deux classes : l'une comprend les objets en rapport avec le sujet d'étude, l'autre renferme les objets différents.

Les acquis mémoriels réveillés par la connaissance sensible initiale susciteront, en vertu de la loi de rédintégration, d'autres connaissances sensibles qui, à leur tour, éveilleront des idées, des jugements. La volonté, en arrêtant les jugements en rapport avec la question, maintient par le fait même les images correspondantes. Celles-ci auront chance de se rapporter au sujet, d'où nouveaux jugements utilisables, nouvelle intervention de la volonté, et ainsi de suite.

37. Comme l'enseigne la philosophie traditionnelle, en plein accord avec l'observation, il n'y a pas lieu de distinguer deux intelligences différentes, l'une tournée vers la spéculation, l'autre dirigée vers la pratique[1]. Dans les deux cas, le même esprit applique son activité ou à la seule contemplation de la vérité, ou à la réalisation de ce qui a été connu.

Que l'étude doive s'en tenir aux résultats purement spéculatifs ou aboutir à une exécution extérieure, le point de départ est donc toujours dans l'intuition de données sensorielles en rapport avec la question. Pour les travaux purement spéculatifs une fois le but atteint, il n'y a pas en soi de nouvelles démarches à faire pour revenir sur les données. L'esprit se repose dans la vérité conquise. Dans le mouvement de la pensée pratique au contraire, il y a toujours retour aux données initiales pour commander l'action qui doit s'exercer à leur occasion.

Dans ce retour vers les données, deux cas sont à distinguer : Il s'agit uniquement de réaliser ce qui a été reconnu comme praticable ou bien le retour aux données a encore un but spéculatif ultérieur : établir entre les données ou entre celles-ci et d'autres introduites par la spéculation des relations nécessaires d'antécédent à conséquent, de coexistence et de succession, d'identité et de distinction. Ce second cas est celui de la *science positive.*

Remarquons bien qu'il s'agit ici d'un travail réellement scientifique, non d'une simple opération mémorielle, ou de l'exécution d'une règle connue; nous parlons des démarches de la pensée qui suit les étapes objectives indiquées dans la première

1. Saint Thomas, *Somme théologique*, Ia P., q. 79, a. 11.

partie : observation des faits, choix et vérification d'une hypothèse.

En résumé les démarches du travail scientifique positif se réduisent aux opérations suivantes :

1° Un roulement de connaissances sensibles en vertu d'associations entre les données du problème et les rédintégrations mémorielles.

2° L'intuition par l'esprit du cours des connaissances et le maintien de telle association suggérant le choix d'une hypothèse conjecturale.

3° L'examen de l'hypothèse, de ses possibilités d'adaptation au problème.

4° La vérification de l'hypothèse, ce qui peut conduire à un examen de nouvelles données et donc à la reprise d'opérations semblables.

5° L'expression des résultats dans des propositions, lois, etc. D'où nouveau travail de collaboration entre l'esprit et les données sensorielles (mots, signes) toujours selon les lignes générales indiquées.

CHAPITRE IX

FORMATION DE L'ESPRIT SCIENTIFIQUE.

38. Déficits actuels de l'enseignement scientifique. — 59. Une réforme insuffisante : l'expérience agissante. — 40. Quelques industries de formation scientifique. — 41. Formation du rythme scientifique.

38. L'esprit commence à se former scientifiquement en étudiant les sciences. C'est donc l'éducation qui devrait mettre l'intelligence à même de faire les démarches nécessaires au cheminement objectif; car, avant la fin de l'adolescence, l'élève n'a pas la véritable initiative de sa formation intellectuelle, et même alors, à moins d'exceptions rares, il continue en grande partie à suivre l'impulsion reçue.

La simple esquisse donnée des démarches de l'esprit dans le travail scientifique montre combien celui-ci est de nature à donner une haute et puissante formation intellectuelle. L'idéal directeur des recherches est le vrai, il faut prendre l'habitude d'un regard critique sur les données de l'observation, rechercher l'hypothèse en s'inspirant des normes cosmiques d'unité, d'ordre et d'esthétique, vérifier avec rigueur, rendre compte et exprimer avec précision, tout cela traversé par les illuminations de la découverte et procurant à l'esprit une jouissance qui témoigne de son repos dans la possession du vrai.

Et cependant des critiques qualifiés entre tous, comme J. Tannery[1], H. Poincaré, tous ceux que préoccupe la valeur de l'enseignement scientifique, déclarent sa complète faillite : tel qu'il est donné, surtout tel qu'il est reçu, l'enseignement scientifique ne forme pas les élèves : « Comment se fait-il qu'il y a tant d'esprits qui se refusent à comprendre les mathématiques? N'y a-t-il pas là quelque chose de paradoxal? Comment, voilà une science qui ne fait appel qu'aux principes fondamentaux de la logique, au principe de contradiction..., à ce

1. *Science et philosophie,* 2e partie.

qui fait pour ainsi dire la structure de notre entendement, à ce qu'il ne saurait dépouiller sans cesser de penser, et il y a des gens qui la trouvent obscure et même ils sont la majorité! Qu'ils soient incapables d'inventer, passe encore, mais qu'ils ne comprennent pas les démonstrations qu'on leur expose, qu'ils restent aveugles quand nous leur présentons une lumière qui nous semble briller d'un pur éclat, c'est ce qui est tout à fait prodigieux »[1].

Entre 1896 et 1900, la direction des études de l'École polytechnique entreprit une enquête sur la nature de la formation intellectuelle des élèves avant leur entrée à l'école. Dans l'ensemble, sans conteste possible, les grands succès étaient à ceux qui avaient reçu l'éducation littéraire la plus complète. Simultanément une enquête du même genre était faite à l'École Sainte-Geneviève; à cette époque surtout l'éducation scientifique était relativement négligée dans les collèges d'enseignement secondaire; il semble donc que l'on aurait pu s'attendre à voir primer ceux qui par exception avaient reçu une formation scientifique plus sérieuse. Tout au contraire : si au début l'acquis assurait une supériorité momentanée à ceux qui avaient été spécialisés dans les sciences, bien vite ils étaient dépassés par ceux qui avaient brillé dans les études littéraires. D'où l'on serait conduit à formuler cet étrange paradoxe : pour donner à quelqu'un l'esprit scientifique, donnez-lui une formation littéraire.

Celle-ci semblerait bien devoir toujours garder une certaine supériorité de ce chef qu'elle atteint l'homme tout entier, même dans sa vie affective que n'actionne pas en apparence l'étude des sciences. En apparence seulement, si l'on écoute H. Poincaré : « (Les mathématiques), semble-t-il, ne peuvent intéresser que l'intelligence. Ce serait oublier le sentiment de la beauté esthétique, de l'harmonie des nombres et des formes, de l'élégance géométrique. C'est un vrai sentiment esthétique que tous les vrais mathématiciens connaissent, et c'est bien là de la sensibilité »[2].

Il n'est peut-être pas si malaisé de soupçonner la cause du déficit. L'enseignement mathématique, tel qu'il est donné, met

1. *Science et méthode*, p. 123.
2. *Loc. cit.*, p. 57.

bien rarement en acte les belles qualités d'esprit énumérées plus haut ; le plus souvent par la faute de ceux qui le reçoivent, plus encore que par celle de ceux qui le donnent, il atteint à peu près exclusivement la faculté mémorielle. On ne prépare pas à la science, à l'acquisition des facultés scientifiques, ni même en général aux qualités requises pour telle carrière; il s'agit de réussir aux examens qui ouvrent les portes de ces carrières et donc de savoir ce qu'il faut pour répondre aux interrogations. Écoutons J. Tannery, directeur des études à l'École normale supérieure : « Toutes les énigmes qui se posent devant ces portes (les examens) sont recueillies, collectionnées, publiées, discutées, commentées et, l'année suivante, vont grossir les cours qui, sans le talent de ceux qui les font, sans leurs efforts pour conserver aux choses une apparence d'ordre et d'enchaînement, ressembleraient à un recueil de devinettes avec leurs solutions. Malgré ce talent et ces efforts, le recueil grossit terriblement; les détails foisonnent et pullulent, étouffent les idées essentielles »[1]. « Le plus facile est d'apprendre son cours « par cœur », de manière à pouvoir le réciter automatiquement sans y penser,... le candidat parle comme un livre ou comme son professeur; il est sûr de la correction de son langage et il sait que cette correction est fort goûtée. L'étude des mathématiques ainsi faite, au lieu de développer l'attention, développe la mémoire verbale »[2]. Cours, manuels, traités, presque universellement sont rédigés pour faciliter le travail de mémoire et diminuer celui de la réflexion : distribution des démonstrations pour le recours rapide à la mémoire, figures de géométrie qui forcent l'élève à comprendre, etc. Plus un manuel évite de travail et plus il est apprécié. Et sans doute en un sens, il faut bien aider la mémoire et assurer les succès aux examens, mais ne pourrait-on chercher une conciliation de ces exigences avec la formation de l'esprit scientifique?

39. On a proposé de corriger cet excès de dogmatisme dans l'exposition et de passivité mémorielle en faisant réaliser la science en des actions exécutées par les élèves eux-mêmes : le *learning by doing* des américains. Citons un auteur récent :

1. J. TANNERY, *loc. s. cit.*, p. 184.
2. *Loc. cit.*, p. 193.

« (Introduisons) dans les méthodes pédagogiques une part importante d'expérience agissante. Ce système est développé à son maximum dans l'enseignement américain, où l'enseignement des sciences pures et appliquées repose essentiellement sur la méthode de redécouverte, pratiquée dans les laboratoires et ateliers : l'élève doit arracher aux appareils et au matériel d'expérimentation le secret des phénomènes et des lois. La formule que redit tout l'enseignement américain est « apprendre en agissant » — *learning by doing*, et rien ne saurait mieux assainir et vivifier notre enseignement désuet.... qu'une orientation résolue dans le sens défini par cette formule. Il ne s'agit pas de copier l'enseignement américain, mais de tempérer l'excès d'abstraction et de ratiocination qui caractérise le nôtre »[1].

D'après les lois de l'évolution psychologique de l'enfant, il est certain que l'activité entre 6 et 13 ans, même souvent beaucoup plus tard, se porte sur tout ce qui est réalisation par l'action; on sera donc assuré de conquérir par ce procédé l'attention de l'enfant. Reste à savoir si on formera ainsi chez lui l'esprit scientifique. Que l'enseignement s'appuie souvent sur des expériences et des compositions exécutées par l'élève sous la critique du maître, rien de mieux quand c'est possible, mais ce serait illusion de croire que cette expérience agissante aura par elle-même la vertu de former scientifiquement. Elle se réduira pour l'élève, d'une part encore à un travail de mémoire et d'autre part, à un travail d'exécution. Il ne revêtira l'esprit scientifique que si celui-ci lui est insinué, comme scandé dans son rythme par le maître. Sinon il cherchera à reproduire dans son expérience ce qui a été déjà fait. Il pourra y gagner une véritable habileté d'exécution, qualité précieuse dans l'exercice de l'activité professionnelle, mais si l'esprit scientifique n'en est pas nécessairement l'inverse, il en est tout au moins très distinct. Donner cet esprit n'est pas faire acquérir la facilité dans la réalisation motrice.

Il faut donc chercher d'autres remèdes. Si on laisse aller les choses, livrés à eux-mêmes dans les travaux les plus élevés, comme la préparation de thèses de doctorat, l'adulte et

1. A. Lamouche, *La méthode des sciences pures et appliquées*, p. VII.

l'homme fait lui-même n'opéreront, sous prétexte de science, que des résurrections mémorielles.

Dans un livre sur *L'idéal scientifique des mathématiciens,* un professeur au Collège de France déplore énergiquement cet état de choses : « Voyons à l'œuvre un débutant qui cherche un sujet de travail. S'il ne se contente pas de s'en faire dicter un par son professeur, il ne fera pourtant pas son choix librement. Il commencera par lire sur un ensemble de questions les nombreux mémoires que lui indiquent les recueils bibliographiques. Il verra ainsi ce qui a été fait et il se garantira contre l'aventure qui consiste à retrouver des résultats non inédits. Mais il n'y a dans tout cela encore qu'un travail préliminaire, une précaution nécessaire. Reprenant donc sa pile de mémoires, notre débutant examine si l'on n'y trouve point l'ébauche d'une théorie susceptible d'être généralisée ou perfectionnée. Il se demandera s'il n'y aurait pas moyen d'accrocher quelque suite, quelque complément à l'œuvre d'un auteur connu, de préférence illustre. Que ces recherches aboutissent et le voilà du coup dispensé de justifier péniblement dans la préface de sa dissertation le choix de son sujet »[1]. On excusera ces citations un peu longues, elles disent éloquemment que les directeurs de la pensée scientifique contemporaine, J. Tannery, H. Poincaré, P. Boutroux (beaucoup d'autres aussi) trouvent défectueuse une formation scientifique qui aboutit à des résultats en opposition avec l'esprit même de la science.

40. Le remède n'est pas dans l'expérience agissante. Ce ne serait pas davantage une solution que de faire fi des acquisitions mémorielles, elles ne sont pas utiles que pour les examens et le vrai savant ne saurait s'en passer. Mais, dans l'exposition scientifique, rien n'empêcherait d'inculquer à l'occasion les grands principes directeurs qui ont guidé tous les génies scientifiques, de diriger la mémoire de manière qu'elle prépare la pratique de la véritable science, surtout de mettre dans l'exercice intellectuel des étudiants l'habitude de ce rythme de pensée qui accompagne forcément le cheminement à travers les étapes des disciplines positives.

1. P. Boutroux. Paris, 1920.

On peut signaler quelques industries :

1° *Faire connaître et estimer les qualités scientifiques.* Il est facile en exposant les découvertes, l'exécution des problèmes et des expériences, de mettre en lumière ces qualités que possédaient tous les savants, puisque c'est grâce à elles que leur intelligence a pu s'appliquer au travail. Signalons en particulier le culte du vrai pour lui-même, la recherche de la beauté esthétique, de l'ordre, le travail opiniâtre et consciencieux.

L'amour désintéressé du vrai. Laissons parler un des maîtres de la science française : « Si différents que peuvent être des savants, ils sont animés d'une pensée commune : l'amour de la verité cachée dans les choses... De même que l'explorateur s'enfonce dans le continent noir sans avoir d'autre pensée que d'aller plus loin, de même le savant, grand ou petit, en face des mystères innombrables qui semblent barrer la route à l'intelligence humaine, n'a pas d'autre idée que d'avancer »[1]. Un écueil de cette qualité scientifique serait de borner ce culte de la vérité à celui de la vérité positive et ne pas vouloir en connaître d'autre. En parlant des limites du domaine positif, nous avons montré que les vérités, morales, religieuses, éducatives le débordent entièrement. De très grands savants l'ont compris Képler, Pasteur, Hermite, Cauchy, et combien d'autres; leur culte pour la vérité scientifique ne les rendait que plus épris des vérités religieuses et morales, plus humbles devant elles. Malheureusement il y a eu et il y a encore trop d'exceptions : aimer la vérité parce qu'elle est celle de sa science positive à l'exclusion de toute autre, c'est s'aimer soi-même plus que le vrai.

Une qualité éminemment scientifique est aussi *l'amour du beau intellectuel*, de la splendeur de l'ordre. Nous aurons l'occasion de montrer combien cette préoccupation de l'esthétique de l'univers a inspiré les travaux des grands savants; la beauté du monde est la plus haute des normes cosmiques. Il est relativement aisé d'inculquer aux élèves le culte de l'esthétique scientifique en tenant compte dans l'appréciation de leurs devoirs de ce qu'on appelle l'élégance des démonstrations.

Le *travail soigneux* et opiniâtre, requis en tout genre d'études

1. Ch. Richet, *Le sàvant.* Hachette, 1923, pp. 10-11.

est très particulièrement exigé par la science positive. Elle requiert une attention soutenue aux moindres aspects des faits et des données, la négligence d'un petit détail conduit facilement à un échec. Ce qui est rapporté de l'activité laborieuse des grands savants, surtout des inventeurs, tient du prodige ; voici par exemple ce qui est dit d'Edison : « Lorsqu'il s'agit de travailler, la nuit lui convient aussi bien que le jour. Il ne porte jamais de montre, et en vérité il ne saurait qu'en faire, excepté dans le cas où la question du temps entre comme facteur dans son expérience. Son unique souci est de travailler sans relâche vers le but à atteindre sans se préoccuper de l'effort à fournir ni de l'heure qui s'envole »[1].

2° *La direction du travail mémoriel.* Avoir la mémoire richement meublée de données scientifiques est encore plus requis pour devenir un vrai savant que pour réussir aux examens ; seulement il faut distinguer mémoire et mémoire. « La manière dont Berthelot avait cultivé sa mémoire diffère totalement de celle employée par les candidats aux diplômes ; Berthelot racontait volontiers qu'il s'était astreint dans sa jeunesse à lire tout ce qui se publiait sur la chimie et à résumer ses lectures, pour son usage particulier. Cette besogne lui prenait deux heures par jour au début, huit quand il y renonça je ne sais plus à quel âge : nul doute qu il ne lût alors avec une prodigieuse rapidité : toute la science qu'il avait acquise accélérait la vitesse naturelle de son intelligence ; il ne pouvait manquer de distinguer, d'un coup d'œil, le développement à sauter, les pages à parcourir, le résultat digne d'être noté et, parfois, l'idée nouvelle sur laquelle il réfléchirait, en courant de son laboratoire à l'Institut. Pour savoir lire, il faut avoir beaucoup lu et beaucoup pensé »[2]. Le savoir que Berthelot utilisait si bien avait sa source dans sa mémoire organisée, non dans celle de résultats isolés n'ayant entre eux d'autres liens que des ficelles mnémotechniques. Ce qu'il faut viser, c'est un ordre mémoriel où chaque résultat est à sa place dans l'édifice de la science ; la scolastique ne définit-elle pas celle-ci : « Habitus ordinatus specierum ». Là encore le maître ne devrait-il pas, dans l'appréciation des récitations, des réponses aux interrogations, tenir peut-être moins compte

1. W. H. Meadoweroft, *Edison*. Tr. franç., Payot, 1929, p. 193.
2. J. Tannery, *Science et philosophie*, p. 164.

de la rigoureuse exactitude pour accorder plus d'importance à ce qui manifeste l'ordre dans l'acquis mémoriel? Il importerait de ne pas trop user des interrogations ou sujets de devoirs dont la matière est présentée isolée de tout ce qui est connexe; au lieu de demander : « Démontrez le théorème du volume de la pyramide » on pourrait poser la question : « Énoncez la suite des définitions et des propositions qui conduisent à établir le volume de la pyramide ».

41. 3° Il importe surtout de *donner à l'intelligence des élèves le rythme de l'activité scientifique*. La science ne s'exerce pas comme une machine à coudre des faits ou des symboles mathématiques : pour être savant, il faut savoir trouver.

L'exécution des expériences, l'exposition des théories, les démonstrations elles-mêmes, devraient mettre en pleine lumière ce rythme nécessaire des étapes objectives exposé dans la première partie du traité : perception du fait, des données; choix d'une hypothèse conjecturale; examen et vérification de cette hypothèse. Claude Bernard insistait sur la nécessité de ce procédé d'enseignement : « Dans l'éducation scientifique... il ne faut pas livrer des dogmes ou des articles de foi... Par cette croyance exagérée dans des théories, on donnerait une idée fausse de la science, on surchargerait et on asservirait l'esprit, en lui enlevant sa liberté et étouffant son originalité et en lui donnant le goût des systèmes »[1]. Et ces recommandations sont en général très loin d'être suivies : « La didactique scientifique passe sous silence le point vital, l'exposé des systèmes lui semble suffisant. Il laisse à chacun le soin de découvrir l'esprit scientifique sous l'aspect des doctrines présentées le plus souvent comme des dogmes »[2].

Pourquoi n'exigerait-on pas que les réponses des élèves, leurs compositions écrites fussent présentées selon le rythme des étapes objectives : perception des faits et des données, choix d'une hypothèse pour la solution, son examen et sa preuve? Ce mode d'exposition est comme obvie lorsqu'il s'agit de physique, de chimie, de sciences naturelles; il est aisé à introduire dans les démonstrations mathématiques et géométriques

1. *Introduction à la médecine expérimentale*, p. 69.
2. G. Urbain, *Les disciplines d'une science. La chimie*, p. 36.

même les plus simples, comme celle de la somme des angles d'un triangle, de la mesure des angles, du volume de la pyramide, etc.

L'illustre Clairaut disait exactemement dans le même sens : « J'évite avec soin de donner aucune proposition sous forme de théorème, c'est-à-dire de ces propositions où l'on démontre que telle vérité est, sans faire voir comment on est parvenu à la découvrir... Cette méthode habituera l'esprit à chercher et à découvrir »[1].

1. *Préface des Éléments de géométrie.* A. C. Clairaut (m. en 1768) fit partie de la mission chargée de mesurer un arc de méridien en Laponie. Il était à 18 ans membre de l'Académie des Sciences.

CHAPITRE X

ACTIVITÉ DES CONNAISSANCES SENSIBLES.

42. Particularités de l'automatisme sensitif. — 43. Diversité des types psychologiques. — 44. L'imagination créatrice. La fonction secondaire. — 45. Conclusions.

42. Conformément aux démarches générales de l'esprit positif (n° 37), le savant chemine le long du cours des connaissances déterminées par les données du problème et les associations dues à la rédintégration mémorielle : il observe, il maintient, il unit jusqu'à ce qu'il ait trouvé les éléments d'une hypothèse conjecturale. Avec plus ou moins d'envergure, mais toujours, telle est l'activité de l'esprit, soit dans les sciences strictement expérimentales, soit dans les sciences exactes, aussi bien pour les sciences des faits de connaissance que pour celles des faits connus.

Ce défilé des connaissances sensibles (sensations et images) est donc toujours intimement mêlé au travail de l'esprit; il en reste néanmoins distinct et se déroule d'une manière qui lui est propre, réglée par l'automatisme. Avant d'examiner les démarches de l'intelligence dans le choix des faits, la perception des données, l'invention de l'hypothèse, il est donc à propos de se demander si les lois automatiques sensitives ne présentent pas quelques exigences particulières pour s'appliquer au mieux dans le travail du savoir positif, en particulier pour la nature des images sensibles utilisées, pour la fusion de ces images, c'est-à-dire l'exercice de l'imagination créatrice, enfin pour la nature du travail selon qu'il est conscient ou subconscient.

43. *Les différents types psychologiques* dans l'usage des images sont-ils tous également favorables à l'activité scientifique?

D'après l'enseignement de la psychologie expérimentale, un type psychologique est un ensemble de dispositions ainsi

enchaînées qu'elles groupent un certain nombre d'individus dans l'unité d'un idéal semblable pour la manière de réagir psychologiquement et se montrent en discontinuité avec les caractéristiques des autres groupes. Ces dissemblances offrent en psychologie une analogie avec la diversité des espèces en biologie. En particulier sont étudiés certains types distingués par la manière d'utiliser les connaissances sensibles : les types concret et abstrait, les types introverti et extraverti, les types de travail par fonction primaire et de travail par fonction secondaire.

L'abstrait (le verbal, le logicien) a une tendance à s'aider de mots pour penser, à s'appuyer sur des schèmes s'écartant de l'intuition sensorielle ; *le concret*, le praticien, use au contraire de préférence d'images intuitives et vécues. On trouve les deux types chez les savants : Ampère était un abstrait, Faraday un concret. « Parmi les géomètres allemands de ce siècle deux noms surtout sont illustres... Weierstrass et Riemann. Weierstrass... réduit l'Analyse à une sorte de prolongement de l'Arithmétique ; on peut parcourir ses livres sans y trouver une figure. Riemann, au contraire, appelle de suite la Géométrie à son secours, chacune de ses conceptions est une image que nul ne peut oublier dès qu'il en a compris le sens.. Chez nos étudiants, nous remarquons les mêmes différences ; les uns aiment mieux traiter leurs problèmes par l'Analyse, les autres par la Géométrie. Les premiers sont incapables « de voir dans l'espace », les autres se lasseraient promptement de longs calculs et s'y embrouilleraient »[1]. On remarque cependant chez les grands savants, même du type abstrait, la propension très accusée à traiter intuitivement leurs symboles abstraits : « Quand on causait avec M. Hermite, jamais il n'évoquait une image sensible, et pourtant vous vous aperceviez bientôt que les entités les plus abstraites étaient pour lui des êtres vivants. Il ne les voyait pas, mais il sentait qu'elles ne sont pas un assemblage artificiel, et qu'elles ont je ne sais quel principe d'unité interne »[2]. Les grands savants seraient donc des intuitifs, par ailleurs aussi bien du type concret que du type abstrait.

1. Poincaré, *La valeur de la science*, p. 15.
2. *Loc. cit.*, p. 32.

A. Binet a étudié les *types introverti* et *extraverti* sous les noms de types d'observation objective et d'observation subjective : le premier, réaliste et positif, observe l'objet du dehors avec le souci du détail et même de la minutie objective; le second dirige d'instinct son attention, moins sur l'objet que sur les impressions qu'il ressent au sujet de l'objet. Ainsi les deux filles de Binet. L'une décrivait ainsi une feuille de marronnier tombée à terre : « Il s'agit d'un dicotylédone, la feuille a des nervures ramifiées, etc. »; l'autre : « La feuille est jaune, mais encore raide et droite; peut-être reste-t-il un peu de vigueur dans cette pauvre mourante, etc. ». Il semblerait obvie d'attribuer au savant le type extraverti; n'oublions pas cependant l'intervention du sens esthétique dont nous aurons encore l'occasion de souligner l'importance. Il existe puissant chez les grands savants et l'on doit s'attendre à trouver chez eux tout au moins l'influence du type introverti.

42. *L'imagination créatrice* s'exerce chaque fois que les objets de deux connaissances sensibles distinctes sont fusionnés en un seul. Elle présentera par exemple une montagne d'or à qui n'aura vu une montagne et de l'or que séparément. Ainsi un tube de verre contenant du mercure et fixé sur une planche est perçu en bloc comme un thermomètre; les pieds des bissectrices de l'angle. A d'un triangle ABC sont fondus en un seul objet avec les points qui divisent harmoniquent la base BC dans le rapport de AB à AC.

L'intervention de l'imagination créatrice modifie profondément le cours des images dans le présent et pour l'avenir. Que ces modifications aient une notable influence sur le cours de la pensée scientifique, cela résulte de ce que certains objets étrangers apparaîtront désormais incorporés à des faits de cette science. Tannery énumère quelques-unes de ces conséquences : « Que dire de l'imagination créatrice ?... Voici, autant qu'on peut juger par les œuvres des grands géomètres, quelques-uns de ses efforts et de ses résultats.. : découvrir de nouveaux liens entre les choses, attaquer des questions déjà posées avec les méthodes perfectionnées que fournissent les progrès de la science, préciser un problème qui peut-être était implicitement

contenu dans les travaux antérieurs,... pressentir la solution et y parvenir, choisir les questions qui auront une grande portée, saisir dans le pâle reflet qu'il laisse sur les faits particuliers le rayonnement d'une théorie générale, s'élever jusqu'à cette théorie, jusqu'au point où les faits qui ont permis de la découvrir ne sont plus qu'une infime partie du monde de vérité qu'elle illumine »[1].

Cette influence de l'imagination créatrice s'exerce parfois consciemment; on voit le lien entre deux objets et on sait qu'on les fusionne; le travail intellectuel s'exerce alors *par fonction primaire.* Certaines fusions sont d'autres fois faites par l'esprit sans qu'il remarque son opération; l'influence agit dans le subconscient et la méthode de travail s'appelle *par fonction secondaire.*

La psychologie expérimentale établit surabondamment le rôle de l'imagination créatrice dans la région subconsciente. Un livre de Freud sur *la psychopathologie de la vie quotidienne* a bien montré comment ces associations étranges qui semblent traverser l'esprit par hasard sont en réalité le fruit d'un travail psychique opéré dans la subconscience et sous ce rapport son livre dit vrai. Binet a même signalé que cette tendance à travailler par opérations subconscientes constituait un type psychologique[2]. Ses enquêtes sur les auteurs dramatiques ont d'ailleurs établi la puissance de rendement d'une pareille méthode pour concevoir et mettre en scène les pièces de théâtre [3]. Nombre d'artistes et de littérateurs témoignent dans le même sens : Mozart, Grétry, Vincent d'Indy, Gœthe, Alfred de Vigny, W. Scott, Alfred de Musset, etc.

44. Mais cette influence de l'imagination créatrice subconsciente se laisse particulièrement toucher du doigt dans les travaux des savants. D'elle ont surgi bien des illuminations subites comme l'euréka d'Archimède et les idées maîtresses de plus d'un grand système scientifique. Un physiologiste français, Beaunis, décrit en ces termes la genèse de ses principales idées d'ensemble : (l'idée-mère) « une fois entrée dans la conscience

1. J. Tannery, *Mathématiques pures.* « De la méthode dans les sciences », t. 1, p. 71.
2. A. Binet, *Idées modernes sur les enfants.* Flammarion, 1910, p. 25.
3. « Année psychologique », 1895 et 1905.

donne naissance à une série d'idées secondaires qui en sont comme la frondaison et constituent l'œuvre elle-même ». « Elle surgit dans ma conscience, sans que je sois pour quelque chose dans son apparition : c'est une éclosion comme spontanée sur laquelle l'introspection la plus minutieuse n'apprend rien; et c'est sur elle que je travaille avec une activité consciente et volontaire »[1].

Lorsque l'on a commencé l'étude d'une question, souvent le subconscient la prend à son compte et la pousse à maturité sans même qu'on l'ait remarqué : « J'ai observé plusieurs fois, écrit Laplace, qu'en cessant de penser pendant quelques jours à des matières très compliquées, elles me devenaient faciles lorsque je les considérais de nouveau »[2]. Dans des pages souvent citées, H. Poincaré a mis en lumière l'influence du travail de la fonction secondaire sur quelques-unes de ses plus belles découvertes[3] : « Depuis 15 jours je m'efforçais de démontrer qu'il ne pouvait exister aucune fonction analogue à ce que j'ai appelé depuis les fonctions fuchsiennes... Un soir je pris du café noir contrairement à mon habitude, je ne pus m'endormir : les idées surgissaient en foule, je les sentais comme se heurter jusqu'à ce que deux d'entre elles s'accrochassent, pour ainsi dire, pour former une combinaison stable. Le matin j'avais établi l'existence d'une classe de fonctions fuchsiennes... je n'eus plus qu'à rédiger les résultats ». Dans des conditions analogues de soudaineté, il trouva que les transformations dont il avait fait usage pour définir les fonctions fuchsiennes étaient identiques à celles de la géométrie non euclidienne. De même, après de longs travaux sans résultat, il trouva qu'il existait des fonctions fuchsiennes autres que celles qui dérivent de la série hypergéométrique.

On se rend compte que le travail conscient de l'esprit peut difficilement aboutir à du nouveau : il suit en effet des chemins déjà parcourus, ou du moins s'appuie sur des méthodes déjà pratiquées qui feront mouvoir l'esprit dans un cercle de connaissances qu'il possède; il faut qu'une impulsion ressemblant à un hasard lance l'esprit dans des voies inexplorées. En réalité

1. *Comment fonctionne mon cerveau*, in « Revue philosophique », 1909, t. 1.
2. LAPLACE, *Essai philosophique sur les probabilités*. Bachelier, 1825, p. 275.
3. *Science et méthode*, pp. 50-53.

il n'y a pas de hasard. Devant la subconscience bien des objets ont circulé, se coudoyant, se heurtant. Sans bien s'en rendre compte, l'esprit veillait et a maintenu la rencontre de deux d'entre eux qui se rapportaient à la question : et cette fusion devenue consciente a donné la solution cherchée.

On peut aller jusqu'à soutenir que toutes les grandes découvertes sont dues à un travail de la fonction secondaire. Marconi découvrit la télégraphie sans fil, mais son esprit avait ressassé les travaux de ses nombreux précurseurs (Lucien Poincaré en compte plus de 45) et c'est de l'élaboration constante dans le subconscient de toutes ces données que l'idée précise de la découverte lui apparut dans sa netteté[1].

45. *Conclusions*. L'activité sensitive a donc certaines conditions à remplir pour donner à l'intelligence scientifique le meilleur appui.

1° Avant tout une grande puissance de travail par la fonction secondaire, c'est-à-dire par des opérations de l'imagination créatrice dans le subconscient. Or une telle méthode de travail est un type psychologique et, comme tous les types psychologiques, il est en général dessiné plus ou moins pour toujours à la fin de l'adolescence. Si à cette époque l'esprit a une habitude de travail par l'une des fonctions primaire ou secondaire, cette habitude ira toujours se renforçant; d'instinct l'esprit travaillera avec l'outil qu'il tient bien en mains. Si celui qui a le type de travail par fonction primaire domine mieux l'exercice à volonté de son activité mentale, en revanche il lui manque une des qualités les plus nécessaires à un grand savant.

2° L'exercice de cette activité subconsciente ne peut être intense et fructueux sans l'acquis de nombreuses données mémorielles, sources des associations qui se présentent à l'esprit. Bien entendu données mémorielles ordonnées selon les cadres de la science qui doit les utiliser, et même, pour le mieux, groupées selon les préoccupations régnantes de la science du moment. A une époque donnée, chaque science particulière a sa psychologie collective. Le vrai savant pense avec elle et, parfois sans qu'il s'en doute, grâce à elle. Le célèbre mathématicien E. Galois disait : « En vain les analystes voudraient

1. L. Poincaré, *La physique moderne*. Flammarion, 1925, ch. VII.

se le dissimuler : ils ne déduisent pas, ils combinent, ils comparent; quand ils arrivent à la vérité, c'est en heurtant de côté et d'autre qu'ils y sont tombés »[1].

3° Une dernière condition pour le bon exercice de la fonction secondaire sur laquelle H. Poincaré ne cesse d'insister, est que les formations de l'imagination créatrice inconsciente soient influencées par un sens esthétique profond de la splendeur de l'ordre dans les relations scientifiques : « Parmi les combinaisons en très grand nombre que le moi subliminal a aveuglément données, presque toutes sont sans intérêt et sans utilité; mais, par cela même elles sont sans action sur la sensibilité esthétique; la conscience ne les connaîtra jamais; quelques-unes seulement sont harmonieuses, et, par suite, à la fois utiles et belles, elles seront capables d'émouvoir cette sensibilité spéciale du géomètre... qui, une fois excitée, appellera sur elles notre attention, et leur donnera ainsi l'occasion de devenir conscientes »[2].

1. Cf. *De la méthode dans les sciences*, t. 1, p. 62.
2. *Science et méthode*, p. 58.

CHAPITRE XI

LE CHOIX DES FAITS ET LA PERCEPTION DES DONNÉES.

46. Le choix du fait. — 47. Inspiration de la norme de constance. — 48. Inspiration de la norme d'unité. — 49. Inspiration de la norme d'esthétique. — 50. Diversité des perceptions. — 51. L'indépendance dans la perception. — 52. L'ouverture d'esprit.

46. Dans le processus des démarches scientifiques, *le choix du fait* d'observation a une importance majeure : de lui dépend la possibilité d'aboutir, de faire cheminer la science plus ou moins loin, plus ou moins haut. De plus il actionne vraiment toute la suite de l'activité intellectuelle. Si en effet, dans le cours des pensées, l'esprit s'arrête à telle ou telle considération (nº 31), c'est en vertu d'un motif et celui-ci sera précisément le même qui a choisi le fait. Ainsi s'explique comment le livre de Poincaré *Science et méthode* soit en son entier consacré au choix des faits.

Un but d'utilisation immédiate impose parfois la matière à observer; le choix est alors, on peut le dire, d'ordre extra-scientifique; hors ces cas utilitaires, le savant vise l'avancement de la science; dans ce but, quels faits choisir?

Puisque le monde est régi selon des normes cosmiques, ce sera par le plus ou moins d'aptitude à les faire valoir que sera dressée l'échelle de la hiérarchie des faits; tous les savants reconnaissent avoir eu pour guide de leur choix le culte de ces normes; quelques-uns professent avoir été poussés à *trouver le plan divin*, ce qui, nous l'avons remarqué, synthétise toutes les autres normes.

Ainsi Copernic choisit pour objet de ses études la révision de l'Astronomie, parce que la cosmologie ancienne « prêtait à l'ouvrage de la nature toutes les couleurs de la bizarrerie »[1].

Kepler, si génialement hardi dans ses hypothèses, étudie les lois des orbites planétaires, parce qu'il doit y trouver l'union

1. Copernic, *De revolutionibus orbium cœlestium,* Praef.

de la réalisation du plan divin sur le monde et l'intelligence humaine : « Geometria ante rerum ortum exemplar creandi mundi suppeditavit et cum imagine Dei transivit in hominem »[1]. Selon la pittoresque expression de Bergson, l'intelligence humaine est lestée de géométrie ; elle est, pense Képler, une image de l'esprit créateur, Dieu a donc créé géométriquement.

Dans une œuvre poétique, l'illustre Cauchy se fait reprocher par un ami la folie de pâlir sur les x et les y : à quoi bon? C'est grande sagesse, répond-il; le nombre règle tout, les infiniment petits aussi bien que l'immensité des cieux et, après avoir appelé tout l'univers en témoignage, il conclut :

Mais à des spectacles pareils
Mon esprit se confond, je me tais et j'adore
Celui dont le nom glorieux
Se lit en traits si doux sur les feux de l'aurore
Et sur le pavillon des cieux[2].

Nommons aussi Newton : « Cet admirable arrangement du soleil, des planètes et des comètes ne peut être que l'ouvrage d'un être tout-puissant et intelligent »[3].

Prouvons d'une manière plus précise que l'une ou l'autre des normes cosmiques a toujours été visée dans les faits à grand rendement scientifique.

47. Pour mettre en évidence la *norme de constance* et le déterminisme de la nature, les savants ont été souvent attirés par les faits simples.

Si en effet les conditions de la production sont complexes et enchevêtrées, il y a peu de chance qu'elles se reproduisent les mêmes; dès lors impossible d'en faire sortir une loi, à moins cependant qu'on ne ramène le complexe au simple par l'application d'une loi générale, comme la loi des grands nombres. Poincaré donne un exemple frappant d'un fait éminemment complexe qu'on pourrait ainsi rendre simple. Les interactions de cette poussière d'étoiles, la voie lactée, sont un fait d'une extraordinaire complexité; il ne laisse pas cependant de tenter la curiosité scientifique désireuse d'y constater le déterminisme de la nature : on pourrait alors supposer avec Lord Kelvin que

1. KEPLER, *De Harmonica*.
2. Cf. C. A. VALSON, *La vie et les travaux du baron Cauchy*, t. 1, p. 164.
3. *Philosophiae naturalis principia*.

ces millions d'étoiles sont entre elles dans le même rapport que les molécules d'une bulle de gaz et obéissent aux lois de Maxwell[1].

En étudiant par de nouveaux procédés les faits déjà observés, on fera apparaître leur déterminisme à un nouveau titre; c'est ce que se proposait Galois en poursuivant les travaux d'Abel.

Le contrôle de l'universalité réelle d'une loi est encore inspiré par le souci de la norme de constance et pourra donner de nombreux résultats scientifiques; ainsi les perturbations observées dans la marche d'Uranus ont fait découvrir Neptune et démontré le manque de généralité de la loi de Bode (cf. n° 14).

48. La *manifestation de l'unité cosmique* par l'établissement de relations entre les différentes sciences ou les différentes parties d'une même science donne un grand rendement scientifique, puisque toute une partie du domaine positif peut en être éclairée. Poincaré compare cet ordre de faits à ce nœud du Saint-Gothard « d'où partent les eaux qui alimentent quatre bassins différents »[2].

Nombreux sont les savants qui très manifestement se sont inspirés de la norme cosmique d'unité pour le choix des faits.

Ampère, par conviction de l'unité de la nature, eut l'idée de comparer l'action de l'électricité sur un aimant à celle de la terre sur l'aiguille aimantée; il la trouve semblable et, toujours poussé par le besoin de l'unité, rapproche des actions précédentes celle d'un aimant sur un courant et celle d'un courant sur un courant; ainsi furent établies des lois d'une très grande portée[3].

Poincaré cite deux exemples de faits à grand rendement : l'expérience de Kaufmann sur les émanations du radium et les mesures géodésiques près du pôle et de l'équateur[4]. La première était en relation avec la chimie, la mécanique, l'optique, l'astronomie; les secondes observations, en prouvant l'aplatissement de la terre aux pôles répondaient victorieusement aux objections de Cassini contre la loi de gravitation universelle.

Cauchy choisissait des objets d'étude susceptibles d'inter-

1. *Science et méthode*, l. IV, ch. II.
2. *Loc. cit.*, p. 310.
3. A. Bordeaux, *Histoire des sciences au XIXe siècle*. Bérenger, 1920, p. 401.
4. C. A. Valson, *La vie et les œuvres du baron Cauchy*, p. 126.

venir dans toutes les parties du domaine mathématique : les imaginaires, les fonctions périodiques, les séries; ces dernières en particulier servent à l'étude des fonctions d'ordre élevé et contrôlent les lois quand on tient compte de petites perturbations régulières dont on avait négligé l'intervention. C'est ainsi que Laplace avait essayé de remédier aux intéractions des planètes négligées par Newton, mais il utilisait des séries sans connaître les lois de convergence; lorsqu'il entendit la lecture du mémoire de Cauchy sur la question, il fut bouleversé et se rendit de suite chez le grand mathématicien; ce dernier le rassura en lui montrant que les séries qu'il avait utilisées étaient convergentes. On voit comment la norme d'unité a inspiré même les études les plus abstraites; Mach disait l'analogie indispensable à toute science, même aux sciences exactes.

49. *La norme d'esthétique* est la plus haute inspiration qu puisse guider le choix du savant. Nous avons déjà vu comment Copernic, Kepler, Cauchy cherchaient à manifester la beauté du plan divin. Il faut citer une belle page de H. Poincaré qui, dans ses livres, s'est fait sans cesse le panégyriste de l'influence esthétique dans les sciences : « Je ne parle pas ici bien entendu de cette beauté qui frappe les sens, de la beauté des qualités et des apparences; non que j'en fasse fi, loin de là, mais elle n'a rien à faire avec la science; je veux parler de cette beauté plus intime qui vient de l'ordre harmonieux des parties et qu'une intelligence pure peut saisir... La beauté intellectuelle se suffit à elle-même et c'est pour elle plus peut-être que pour le bien futur de l'humanité, que le savant se condamne à de longs et pénibles travaux.

« C'est donc la recherche de cette beauté spéciale, le sens de l'harmonie du monde, qui nous fait choisir les faits les plus propres à contribuer à cette harmonie, de même que l'artiste choisit parmi les traits de son modèle ceux qui complètent le portrait et lui donnent le caractère de la vie. Et il n'y a pas à craindre que cette préoccupation inavouée détourne le savant de la recherche de la vérité. On peut rêver un monde harmonieux, combien le monde réel le laissera loin derrière lui! Les plus grands artistes qui furent jamais, les grecs, s'étaient construit

un ciel; qu'il est mesquin auprès du vrai ciel, du nôtre!

« Et c'est parce que la simplicité, parce que la grandeur est belle, que nous rechercherons de préférence les faits simples et les faits grandioses, que nous nous complairons tantôt à suivre le cours gigantesque des astres, tantôt à rechercher dans les temps géologiques les traces d'un passé qui nous attire parce qu'il est lointain.

« Et l'on voit que le souci du beau nous conduit aux mêmes choix que celui de l'utile... Les édifices que nous admirons sont ceux où l'architecte a su proportionner les moyens au but, et où les colonnes semblent porter sans effort et allègrement le poids qu'on leur a imposé, comme les gracieuses cariatides de l'Erechteion... Cette démarche désintéressée du vrai pour sa beauté propre est saine aussi et peut rendre l'homme meilleur »[1].

51. *La perception des données.*

Le savant a jeté son dévolu sur tel genre de faits; reste à percevoir l'un d'eux concrètement, individuellement, pour faire à son sujet une hypothèse conjecturale. Il ne faut pas oublier que nous parlons ici de la science positive en son sens élevé, non dans l'acception technique d'une application utilitaire.

La sensation brute du fait est constituée par les réactions sensorielles aux excitations provenant des qualités sensibles de l'objet : sur cet apport initial se greffent, se fondent dans l'unité certaines associations formées en vertu de la rédintégration. Dans cet ensemble d'attributs, les uns sentis, les autres imaginés, qui constituent les données du problème, l'attention fixe certains aspects, en néglige d'autres : de ce concours d'influences résulte *l'objet perçu* dans les données.

Cette perception varie avec chaque observateur, en particulier suivant que le fait est observé en vue de telle science ou de telle autre. Selon que l'on fait œuvre de météorologiste, de géologue, de statisticien, de psychologue, l'attention à un tremblement de terre se portera sur des détails spéciaux et par suite laissera les autres dans l'ombre. Le fait introduit dans la science est donc très distinct du fait brut et n'a pas une délimitation absolument tranchée.

1. *Science et méthode*, pp. 15-16.

Que deux savants observent le même fait brut en vue de la même science, leurs perceptions seront encore très différentes. Au premier coup d'œil parfois bien des conséquences du fait seront pour un grand savant comme confondues avec la perception : « Bowditch, qui a traduit et commenté la Mécanique céleste de Laplace, disait que chaque fois que son auteur faisait précéder son exposé par ces mots « il est évident », il savait qu'il devait s'attendre à de longues heures d'études ardues »[1].

La perception des données comporte donc des caractéristiques individuelles ; les images qui viennent se grouper sur la sensation brute ne sont-elles pas fournies par la vie psychologique passée qui diffère pour chaque observateur ? Il est cependant deux règles communes à suivre par toute intelligence dans l'observation des faits : veiller à garder la plus grande indépendance d'esprit et laisser à l'esprit la plus grande ouverture possible.

51. Les maîtres de la méthodologie scientifique insistent à l'envi sur la nécessité d'aborder l'observation, donc de percevoir, avec une *indépendance aussi grande que possible* vis-à-vis des théories courantes et de ses propres manières de voir : la première condition que doit remplir le savant qui se livre à l'investigation des phénomènes naturels est de conserver une entière liberté d'esprit. Indépendance vis à vis des systèmes en vogue si l'on ne veut pas barrer la route à la possibilité de plus d'une découverte : « Les théories en effet ne sont que des vérités partielles et provisoires, qui ne sont nécessaires que comme des degrés sur lesquels nous nous reposons pour avancer... Elles devront se modifier avec l'avancement de la science »[2]. Plus encore peut-être faut-il se garer de la tendance à tout ramener à des vues personnelles. Le savant, dit Richet, doit aller à l'inverse de cette maxime du poète : « Et mihi res, non me rebus subjungere conor » ; devant le fait, c'est l'observateur qui est l'élève et le fait est le maître[3]. Dans un article déjà cité (n° 33) F. C. S. Schiller recommande de prendre pour point de

1. Cf. E. Meyerson, *Du cheminement de la pensée*, p. 421.
2. Claude Bernard, *Introduction à la médecine expérimentale*, p. 63.
3. C. Richet, *Le savant*, p. 91.

départ de toute recherche scientifique la science de son ignorance : « Le doute est un principe de découverte qui doit accompagner tous les pas de la recherche ». « Il n'est pas jusqu'à l'évidence des faits, insiste Urbain, qui ne soit suspecte dans la mesure où, en les analysant, nous risquerons de les déformer »[1].

Les faits sont là pour montrer que les plus grands savants n'ont pas toujours réussi à s'affranchir de la suggestion des idées régnantes.

La théorie du phlogistique, c'est-à-dire d'un élément que les corps auraient perdu en brûlant, arrêta les progrès de la chimie pendant une partie du XVIIIe siècle. Malgré des expériences qui, examinées sans préjugés, prouvaient sa fausseté, Cavendish, Scheele et pendant longtemps Lavoisier lui-même y restèrent fidèles. En 1772 seulement, ce dernier donna le coup de mort à la théorie en établissant que, dans les acides sulfurique, carbonique, phosphorique, le poids du composé est égal à la somme des poids des composants.

Le fait suivant montre d'une manière encore plus frappante la quasi-impossibilité de se défaire de certains préjugés qui peuvent s'introduire même dans les mathématiques supérieures : « Quand Weierstrass en 1872 fit connaître (des fonctions dépourvues de dérivées), ce fut parmi les mathématiciens un mouvement de véritable stupeur, on oserait presque dire d'indignation. Hermite notamment y vit une plaie lamentable dont son esprit se détournait avec horreur »[2]. Poincaré donne de ce scandale une raison psychologique : la proposition « toute fonction a une dérivée » équivaut à cette autre « toute courbe a une tangente », et parce que nous nous représentons les courbes avec une certaine épaisseur, il semble intuitif qu'on puisse toujours leur mener une tangente[3].

Mais ce sont là des cas très rares. Les grands savants ont toujours fait preuve d'une très grande indépendance d'esprit. Copernic à la fois n'accordait aucune créance à l'astronomie de son siècle et douta cependant durant 30 ans de ses géniales découvertes en cette partie.

Edison s'est toujours tenu au courant de ce qui avait été

1. *Les disciplines d'une science. La chimie*, p. 4.
2. E. MEYERSON, *Du cheminement de la pensée*, p. 593.
3. *La valeur de la science*, p. 17-18.

dit sur les questions, puis il n'hésitait pas à se lancer dans une direction entièrement opposée à l'opinion universelle.

52. *Ouverture d'esprit.* Si l'indépendance d'esprit est requise, c'est afin de donner accès au plus grand nombre de vues possible; cela ne veut donc aucunement dire que le savant doive faire fi de tout ce qui a été avancé par ses devanciers; c'est ce que remarque E. Naville : « Les annales de la science renferment un grand nombre d'opinions qui demeurent à l'état de simples conjectures. Lorsqu'une de ces conjectures est marquée du sceau d'un homme de génie, elle acquiert par là même une importance spéciale. Passer en disant : que m'importe! à côté d'une opinion énoncée par Leibnitz, par Newton ou par Cuvier, dans l'ordre des études qui ont illustré ces savants, ce n'est pas l'indépendance de la pensée, c'est la fatuité de l'ignorance. Il en est de même des doctrines qui ont reçu l'adhésion d'un grand nombre d'hommes compétents, lors même que ces hommes ne seraient pas des esprits de premier ordre »[1]. « Nous n'avons jamais assez de reconnaissance pour les suggestions qui nous sont faites par des maîtres éminents » et à l'appui de ces paroles, Richet fait remarquer que, malgré l'indépendance manifeste de ses belles recherches sur le suc gastrique, il a cependant beaucoup gagné, pour le choix et la mise en œuvre des faits, à suivre les conseils de Cl. Bernard, Verneuil et Berthelot[2].

Dans un coin de la pièce où travaille Edison on voit entassés un grand nombre de magazines sur l'électricité, le génie civil, l'architecture, la chimie, la mécanique, les ciments, les matériaux de construction, les produits pharmaceutiques, la philosophie, l'hygiène, la musique, des revues théâtrales hebdomadaires, etc.; tout cela forme sa lecture courante et il faudrait encore parler de sa bibliothèque riche en toutes matières[3]. Doué d'une merveilleuse faculté d'assimilation, il estimait qu'introduire ainsi dans son esprit des connaissances aussi variées donnait une possibilité d'apparition aux associations et aux hypothèses les plus nouvelles : il est vrai que tout cela s'ordonnait aux

1. *Logique de l'hypothèse*, p. 105.
2. C. Richet, *Le savant*, pp. 91-92.
3. W. H. Meadowcroft, *Edison*, p. 187.

places utiles dans sa mémoire exceptionnellement organisée.

Borel cite avec éloge l'intention d'Einstein de réunir en un seul système ce qui était commun aux diverses théories sur la matière[1]. L'idéal est dans la mesure du possible d'avoir l'esprit ouvert à tout ce qui se rapporte à la question, non pour se faire l'esclave du passé, mais pour savoir en tirer profit.

1. *Espace et temps*, p. 205.

CAPITRE XII

INVENTION ET VÉRIFICATION DE L'HYPOTHÈSE.

53. Invention de l'hypothèse. — 54. Persévérance dans l'idée de l'hypothèse. — 55 Origine de l'idée de l'hypothèse. — 56. Dernières démarches.

63. *L'invention de l'hypothèse* est la démarche scientifique par excellence; elle donne naissance à toute science et caractérise le vrai savant.

« La découverte est l'idée neuve qui surgit à propos d'un fait. L'idée expérimentale résulte d'une sorte de pressentiment de l'esprit qui juge que les faits doivent se passer d'une certaine manière... Il est des faits nouveaux qui, par leur nature, font venir la même idée nouvelle à tous les hommes placés dans les mêmes conditions d'instruction antérieure. Mais il est aussi d'autres faits qui ne disent rien au plus grand nombre et qui sont lumineux pour d'autres. Il arrive même qu'un fait ou une observation reste très longtemps devant les yeux d'un savant sans lui rien inspirer ; puis tout à coup vient un trait de lumière... L'idée neuve apparaît alors avec la rapidité de l'éclair comme une sorte de révélation subite »[1].

C'est l'idée vraiment neuve, l'invention d'une hypothèse qui constitue le savant. Avoir une instruction complète en toutes les branches du savoir positif, avoir aussi un remarquable talent pour l'exécution des expériences, ce sont assurément qualités précieuses, mais en elles-mêmes, elles ne font pas plus qu'un scientifique, elles ne réalisent pas nécessairement le savant.

Le grand savant, c'est Kepler accueillant avec empressement « toutes les idées géniales que suscite en lui l'univers ». Le grand savant, c'est Sadi Carnot qui, en observant l'abaissement de la température, a l'idée de la comparer à la baisse du niveau dans une chute d'eau ; génie de l'hypothèse, aussi : « Dans tout le domaine des sciences, disait Lord Kelvin, il n'y

1. Claude Bernard, *Introduction à la médecine expérimentale*, pp. 51 sq.

a rien de plus grand que l'œuvre de Sadi Carnot »[1]. « Ce qui domine surtout dans le génie mathématique de Cauchy, c'est une puissante faculté d'invention, c'est l'art merveilleux avec lequel il sait au milieu des complexités les plus inextricables se créer tout à coup des méthodes nouvelles... Il saura se frayer des routes inconnues et souvent les problèmes les plus désespérés seront l'occasion de ses plus belles découvertes »[2]. Citons le trait suivant d'Edison qui est comme le type de l'inventeur : « Au cours des expériences sur le traitement des minerais, un des ingénieurs avait soumis trois dessins d'une machine destinée à un certain travail. Ces dessins n'étaient pas satisfaisants et le jeune ingénieur fit observer que c'était dommage qu'il n'y eût pas d'autre manière de s'y prendre... Edison ne dit rien, mais deux jours après, il apporta ses propres dessins indiquant quarante-huit autres méthodes et les posa sur le bureau de l'ingénieur sans rien dire »[3].

54. *La persévérance dans l'idée de l'hypothèse.*

L'idée créatrice doit s'incorporer les faits, se les assimiler. Elle doit donc être gardée avec persistance par le savant, tant qu'il ne conste pas qu'elle n'est pas à sa place. L'idée qui traverse l'esprit doit, pour faire germer l'hypothèse, être maintenue le temps requis. Cette persévérance fait vraiment partie de l'invention et se trouve de fait chez tous les grands savants. Lorsque les hypothèses de Kepler ne s'accordaient pas avec la réalité, il les modifiait, les transformait incessamment jusqu'à ce que l'accord fût établi et pour atteindre ce but, il ne reculait devant aucun effort[4]. Sous cet aspect du génie d'invention, il se montrait bien supérieur à Newton : celui-ci, pour la moindre différence entre son idée et l'observation, laissait de côté l'hypothèse. C'est ainsi qu'il négligea longtemps sa théorie de la gravitation uniquement pour un petit désaccord de chiffres dû aux inexactitudes sur la mesure de la terre et ne la reprit que lorsque des nombres plus précis ne laissèrent plus aucune apparence de difficulté.

1. A. Bordeaux, *La science au XIXe siècle*, p. 487.
2. C. A. Valson, *La vie et les travaux du baron Cauchy*, p. 132.
3. W. H. Meadovcroft, *Edison*, pp. 183-184.
4. C. A. Valson, *Les savants illustres des XVIe et XVIIe siècles*, t. 2, p. 268 sq.

Edison lui aussi essayait toujours et ne s'avouait jamais vaincu; comme on lui exprimait le regret que ses quelques 9000 expériences sur les accumulateurs fussent restées infructueuses, il répondit avec un sourire : « Des résultats, mais, mon ami, j'en ai obtenu des quantités. J'ai découvert plusieurs milliers de choses qui ne faisaient pas mon affaire » [1].

55. *Origine de l'idée de l'hypothèse.*

T. Ribot rappelle le mot de Turgot : « Si l'on élevait des monuments aux inventeurs dans les arts et dans les sciences, il y aurait moins de statues pour les hommes que pour les enfants, les animaux et surtout pour *la fortune* » [2]. A propos de l'usage de la fonction secondaire, il a déjà été remarqué que ses effets semblaient en général dus au hasard (n° 43). On pourrait multiplier les témoignages en faveur de l'intervention heureuse du hasard : « Le génie de la découverte, dit Jevons, dépend du nombre de ces notions et aperçus du hasard qui visitent l'esprit du chercheur » [3]. Et Ribot se complaît à rappeler toutes les découvertes importantes attribuées au hasard : la pomme de Newton, la lampe de Galilée, la grenouille de Galvani, le télescope dû à des enfants qui jouaient avec des verres dans l'atelier d'un opticien, les découvertes de Grimaldi, Fresnel, Faraday, Arago, Foucault, Kirchoff, Watt, etc. En réalité, comme cela n'a pas échappé à Ribot, si des conjonctures fortuites ont pu comme faire sauter aux yeux du savant le fait révélateur, ce n'est pas le hasard qui a fait jaillir de leur esprit l'idée mère de la découverte. Prenons un exemple illustre :

R. J. Haüy déclare avoir trouvé par hasard sa loi fondamentale de la cristallographie. Or voici les faits. Depuis longtemps une question se posait à sa pensée consciente ou subconsciente : pourquoi des pierres de même nature se montrent-elles en cubes, en prismes, en tétraèdres et autres formes, alors que le rosier a toujours les mêmes pétales, le gland la même courbure? Remarquons au passage la préoccupation de la norme cosmique d'unité. Voici qu'un jour il

1. W. H. Meadowcroft, *Edison*, p. 182.
2. *Essai sur l'imagination créatrice*. Alcan, 1908, p. 135.
3. *Loc. cit.*

maniait un spath calcaire cristallisé en prisme qui tombe à terre et se brise; la cassure présente la forme cristalline rhomboïde, celle du spath d'Islande. Il brise tous les spaths calcaires qu'il possède, la cassure donne encore des rhomboïdes, qui, brisés, donnent toujours des rhomboïdes. Il met en pièces sa belle collection de cristaux et constate le même phénomène pour toutes les substances : le grenat est un édifice de tétraèdres, la pyrite de cubes, il n'y a pas d'exception[1].

L'effet produit par le concours de deux causes est attribué au hasard lorsqu'aucune d'elles n'est ordonnée à produire ce résultat. Ni le morceau de spath, ni la main d'Haüy, n'étaient ordonnés à effectuer la chute du cristal, celle-ci est donc bien un hasard. Mais l'esprit d'Haüy était parfaitement ordonné par son acquis, par sa puissance, par ses constantes préoccupations, à tirer des caractères de la cassure une hypothèse féconde et à la suivre jusqu'à pleine vérification; le fait n'aurait absolument rien révélé à la plupart des autres hommes de science.

La cause principale chez le grand savant est ce sens profond des normes cosmiques, ce souci de les révéler dans leur splendeur. Un autre puissant facteur d'invention a déjà été signalé : le travail actif de l'imagination créatrice subconsciente dans la fonction secondaire : « Il arrivait à Newton au moment de son réveil de se dresser à moitié sur son lit et de rester immobile durant des heures entières uniquement occupé à suivre les conséquences d'une idée qui venait de saisir fortement son esprit »[2]. Nous avons cité d'autres exemples frappants à propos du travail automatique des connaissances sensibles au n° 43.

En dehors de ces remarques générales, comment fixer les lois qui président à une grande invention? On ne saurait donner d'autres règles pour acquérir du génie scientifique que d'avoir au plus haut degré les qualités signalées et une telle supériorité ne se donne, ni même ne s'acquiert.

56. *Dernières démarches.*

Reste à vérifier l'hypothèse adoptée. Euler, après l'exposition de ses découvertes et de la méthode la plus directe pour

1. A. Rebière, *Les savants modernes,* Vuibert, 1923, p. 368.
2. C. A. Valson, *Les savants du XVIe et du XVIIe siècle,* t. 2, p. 20.

y parvenir, avait l'habitude d'indiquer par quels nombreux détours il avait atteint le but[1]. Mais la plupart s'effacent devant les résultats et leurs preuves, avec raison, puisque l'exposé scientifique doit en règle générale être impersonnel (cf. n° 10). Aussi on ne soupçonne guère avec quelle énergie le savant a dû travailler à travers bien des difficultés et même bien des échecs. Si nous pouvons compter sur la science, nous en sommes redevables au souci qu'ont pris les savants de contrôler leurs résultats avec une minutieuse rigueur.

La vérification faite, reste à exprimer le résultat dans le langage le plus apte à le bien situer dans l'ensemble de la science, conformément aux recommandations faites à propos des étapes objectives (n°s 9-10).

Dans ces démarches qui achèvent le travail scientifique, deux lignes sont à distinguer :

De nouveau se répètent les démarches indiquées à propos de l'invention, du choix et de la perception des faits. Elles couvrent le terrain scientifique et leur marche est toujours scandée par le même rythme. Citons une dernière fois Claude Bernard : « Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale : 1° Il constate un fait; 2° à propos de ce fait une idée naît dans son esprit; 3° en vue de cette idée il raisonne, institue une expérience, en imagine et en réalise les conditions matérielles; 4° de cette expérience résultent de nouveaux phénomènes qu'il faut observer et ainsi de suite. L'esprit du savant se trouve en quelque sorte toujours pris entre deux observations : l'une qui sert de point de départ au raisonnement, et l'autre qui lui sert de conclusion »[2].

La seconde ligne est celle de la technique des procédés expérimentaux. L'importance de la méthodologie technique est indiscutable, sans elle la science ne saurait rien édifier de solide; toutefois elle se distingue complètement de la méthodologie que nous avons traitée; ce n'est plus à proprement parler la science mais sa mise en œuvre; le grand savant et le technicien sont loin d'être toujours confondus. Si Edison l'avait voulu, il aurait été un technicien expert entre tous, mais là n'était pas à ses yeux le travail scientifique par excellence; il

1. A. Rebière, *loc. cit.*, p. 88.
2. *Introduction à la médecine expérimentale*, pp. 43-44.

transmettait ses notes à des ingénieurs chargés de l'exécution et les laissait seuls, se contentant de faire quelques apparitions pour suivre le travail et contrôler les résultats.

L'histoire des sciences transmet l'exemple d'une séparation manifeste entre le talent du technicien et le génie du savant chez celui qu'on peut considérer comme le premier des expérimentateurs pour la construction et la mise en œuvre. Tycho-Brahé avait lui-même déclaré dans un distique que, pour le bien de l'Astronomie, il faisait plus de cas des appareils que des conceptions théoriques :

> Quid mussare juvat? Manus est adhibenda labori
> Ut tandem abstrusi pateant mysteria caeli.

Il est l'inventeur d'instruments d'une extraordinaire précision et il amassa pendant plus de vingt ans un trésor de catalogues et de tables astronomiques. Mais un jour, il ambitionna la gloire d'être aussi l'inventeur d'un système du monde; l'échec de sa tentative est resté légendaire[1]. Concevoir des systèmes et inventer des appareils sont deux fonctions qui se complètent, mais restent bien distinctes.

Le grand savant est cet esprit supérieur dont nous avons suivi les nobles démarches; son intelligence vraie, désintéressée, chemine laborieusement le long des étapes de la science, il marche sans relâche à travers les faits, les lois, les théories, soucieux à chaque pas de ravir à l'univers ses secrets d'unité, de simplicité et de beauté, le regard invariablement fixé sur ces normes du cosmos, qui sont l'empreinte de la pensée du Créateur.

1. C. A. Valson, *Les savants illustres du XVIe et du XVIIe siècle.* Tycho-Brahé. T. 1, pp. 47-100

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

Une bibliographie de méthodologie scientifique, tant soit peu complète, serait exceptionnellement étendue; aussi a-t-il paru plus utile de la restreindre en quelque sorte au minimum, surtout pour la partie historique. Parmi les ouvrages qui traitent de méthodologie dynamique interne, on a choisi ceux qui peuvent conduire à une étude approfondie de la question, soit en raison de l'autorité hors pair des auteurs, soit en raison d'éclaircissements utiles.

Parmi les ouvrages sur les **grands savants et l'histoire des sciences** :

1. A. Bordeaux, *Histoire des sciences au XIXe siècle*. Bérenger, 1920.
2. A. Lacroix, *Figures de savants*, 2 vol. Gauthier-Villars, 1932.
3. A. Rebière, *La vie et les travaux des savants modernes*. Nony, 1899.
4. A. Rebière, *Pages choisies des savants modernes*. Nony, 1900.
5. C. A. Valson, *Les savants illustres du XVIe et XVIIe siècle*, 2 vol. Palmé, 1880.

Citons encore entre autres : Whitehead, *La science et le monde moderne*, sp. ch. i à viii. Payot, 1930. H. Metzger, *Newton, Stahl, Boerhave et la doctrine chimique*. Tr. fr. Alcan, 1930. Etc.

C'est à dessein que nous ne parlons pas d'ouvrages offrant des horizons plus étendus, comme les deux volumes consacrés à l' « Histoire des sciences » dans l'*Histoire de la Nation française* publiée par G. Hanotaux.

Parmi les auteurs qui ont traité du dynamisme interne en **méthodologie scientifique** :

6. Claude Bernard, *Introduction à la médecine expérimentale*, 1865.
7. Claude Bernard, *Science expérimentale*. Baillière, 5e éd., 1911.
8. E. Borel, *Le hasard*. Alcan, 1911.
9. E. Borel, *L'espace et le temps*. Alcan, 1922.
10. H. Bouasse, Physique générale. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1909, t. 1.
11. H. Bouasse, *Mécanique et physique*. Delagrave, 1910.
12. G. Bouthoud, *L'invention*. Giard, 1930.
13. P. Boutroux, *L'idéal scientifique des mathématiciens*. Paris, 1920.
14. P. Boutroux, *Mathématiques*. Paris, 1922.
15. L. Brunschvicg, *Les étapes de la philosophie mathématique*. Alcan, 1912.
16. E. Claparède, La découverte de l'hypothèse. *Journal de psychologie*, 1932, pp. 648 sq.
17. P. Delbet, Sciences médicales. *De la méthode dans les sciences*. T. 1. Alcan, 1909.
18. Laisant et Fehr, Enquête sur la méthode de travail des mathématiciens. *Archives de psychologie*, 1905, pp. 85 sq.
19. A. Lalande, *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, revu par MM. les membres et correspondants de la Société française de philosophie, 3 vol. Alcan.

20. A. LALANDE, *Les théories de l'induction et de l'expérimentation*. Boivin, 1929.
21. A. LALANDE, Le langage psychologique. G. DUMAS, *Nouveau traité de psychologie*. Alcan, t. 1, p. 414.
22. A. LAMOUCHE, Essai sur la méthode des sciences. *Revue philosophique*, 1929, t. 2.
23. A. LAMOUCHE, *La méthode générale des sciences pures et appliquées*. Gauthier-Villars, 1924.
24. L. MARCH, Statistique. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1911, t. 2.
25. E. MEYERSON, *De l'explication dans les sciences*. Payot, 1921.
26. E. MEYERSON, *Du cheminement de la pensée*, 3 vol. Alcan, 1932.
27. G. MONOD, Histoire. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1909, t. 1.
28. E. NAVILLE, *La logique de l'hypothèse*. Alcan, 1880
29. W. OSTWALD, *L'évolution d'une science. La chimie*. Trad. frànç. Flammarion.
30. W. OSTWALD, *L'évolution de l'électrochimie*. Trad. franç. Alcan.
31. P. PAINLEVÉ, Mécanique. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1909. t. 1.
32. P. PAINLEVÉ, *Les axiomes de la mécanique*. Gauthier-Villars, 1920.
33. K. PEARSON, *La grammaire de la science. La physique*. Trad. franç., Alcan, 1912.
34. G. PERRIN, Chimie physique. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1909, t. 1.
35. E. PICARD, De la science. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1909, t. 1.
36. E. PICARD, *La science moderne et son état actuel*. Flammarion, 1905.
37. J. PICARD, *Essai sur les conditions positives de l'invention dans les sciences*. Alcan, 1928.
38. H. POINCARÉ, *La valeur de la science*. Flammarion, 1905.
39. H. POINCARÉ, *La science et l'hypothèse*. Flammarion, 1906.
40. H. POINCARÉ, *Science et méthode*. Flammarion, 1909.
41. H. POINCARÉ, *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*. Hermann, 1911
42. H. POINCARÉ, *Dernières pensées*. Flammarion, 1913.
43. L. POINCARÉ, *La physique moderne*. Flammarion, 1925.
44. H. REICHENBACH, *La philosophie scientifique*. Tr. franç. Hermann, 1932.
45. A. REY, *Les théories de la physique chez les physiciens contemporains*. Alcan, 1923.
46. A. REY, L'invention artistique, scientifique, pratique. G. DUMAS. *Traité de psychologie*. Alcan, 1924, t. 2, L. I, ch. VI
47. T. RIBOT, Psychologie. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1909, t. 1.
48. C. RICHET, *Le savant*. Hachette, 1923.
49. F. C. S. SCHILLER, Scientific discovery and logical proof. SINGER. *Studies on the history and methods of sciences*. Oxford, 1919.
50. H. SÉE, *La science et la philosophie de l'histoire*. Alcan, 1928.
51. J. TANNERY, *Science et philosophie*. Alcan, 1912.
52. J. TANNERY, Mathématiques pures. *De la méthode dans les sciences*. Alcan, 1909, t. 1.
53. G. URBAIN, *Les disciplines d'une science. La chimie*. Doin, 1921.
54. G. URBAIN, Méthodes des sciences physiques et sociologie. *Journal de psychologie*, 1920.

AUTEURS ET SAVANTS CITÉS

Les chiffres précédés de la lettre b renvoient aux numéros de la bibliographie, les autres aux numéros du traité.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

CHAPITRE V

Les limites de la science positive.

Pages.

CHAPITRE VI

Classification des sciences.

DEUXIÈME PARTIE

DÉMARCHES SUBJECTIVES

CHAPITRE VII

Méthodes d'étude.

CHAPITRE VIII

Démarches générales.

CHAPITRE IX

Formation de l'esprit scientifique.

CHAPITRE X

Activité des connaissances sensibles.

CHAPITRE XI

Le choix des faits et la perception des données.

CHAPITRES XII

Invention et vérification de l'hypothèse.

CE CAHIER III DU VO-
LUME X DES « ARCHIVES
DE PHILOSOPHIE » A ÉTÉ
ACHEVÉ D'IMPRIMER LE
30 NOVEMBRE MCMXXXIII
PAR FIRMIN-DIDOT AU
MESNIL, POUR GABRIEL
BEAUCHESNE ET SES
FILS ÉDITEURS A PARIS